

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane. MIRA – BEJAIA

Faculté de Sciences de La Nature et de La Vie
Département de Sciences Biologique de l'Environnement
Filière : Ecologie et Environnement
Spécialité : Ecologie



Réf :

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme
MASTER

Thème

**Diagnostic de reboisement du chêne liège
(*Quercus suber* L.) dans la forêt domaniale de
Taourirt-Ighil à Bejaia**

Présentée par

Amal DJATOUF

Soutenu le : 12/09/2023

Devant le jury composé de :

Mme DJOUAD Salima	MAA	Présidente
Mme KHERFALLAH-AITECHE Tassadit	MAA	Encadreur
Mme CHELLI-TABTI Dalila	MCB	Examinatrice

Année universitaire : 2022/ 2023

REMERCIEMENTS

Mes remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce modeste travail et qui m'ont aidée lors du déroulement de mon stage.

Je voudrais dans un premier temps remercier, mon encadreur de mémoire Mme KHERFFALAH-AITECHE Tassadit (MAA), pour sa patience, son engagement, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Nous remercions Mme DJOUAD Salima (MAA) présidente des jurys, et l'examinatrice Mme CHELI-TABTI Dalila (MCB).

Je remercie également toute l'équipe de la Conservation des Forêts de la wilaya de Bejaia, notamment les circonscriptions d'Adekar, El Kseur et de Toudja, pour avoir assuré l'orientation et leurs aides précieuses lors des sorties sur terrain.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance à toute personne ayant aidé dans la réalisation de ce mémoire. Sans oublier Mlle Benbahria Dalila, Mme Smail Magdoua et Mr Sebti Mohamed.

Toutes mes gratitudes vont aux enseignants du département Sciences Biologique et de l'Environnement.

Et enfin, mes remerciements à mes parents, pour leur soutien constant et leurs encouragements.

Liste des abréviations

ANOVA : Analyse de variance

APS : Agence de presse Algérienne

BNEDER : Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural

CFB : Conservation des Forêts de la wilaya de Bejaia

CPT : Cahiers de Prescriptions Techniques

DGF : Direction Générale des forets

FAO: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

FCL : Forêt de Chêne-Liège

FEM : Fonds pour l'environnement Mondial

GIEC : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

IFN : Inventaire Forestier National

INRF : Institut National et Recherches Forestières

PNR : plan national de reboisement

PNDA : Plan National de Développement Agricole

PPG : Peuplements Porte Graines

TCR : Taux de Croissance Relative

Liste des figures

Figure 1.1 : Caractéristiques botaniques de l'arbre de Chêne-liège <i>Quercus suber</i> (L.)	04
Figure 1.2 : Distribution naturelle de l'aire mondiale géographique du chêne-liège	06
Figure 1.3 : Aire de répartition du chêne-liège en Algérie (Fao, 2012)	07
Figure 1.4 : Superficies brûlées par rapport au superficies reboisées (2000-2018)	11
Figure 2.1 : Bilan réalisation des reboisements par type de plantation et par année	17
Figure 2.2 : PNR prévu et réalisé par wilaya (sans le fruitier) (2000-2018).	17
Figure 2.3 : Carte des limites du plan de gestion simple du projet de réhabilitation de la forêt domaniale de Taourirt Ighil	19
Figure 2.4 : Chronogramme (standard) d'un projet de reboisement (INRF, 2018)	19
Figure 3.1 : Carte de situation géographique de la forêt domaniale de Taourirt Ighil	28
Figure 3.2 : Carte des courbes de niveau FD de Taourirt Ighil	29
Figure 3.3 : Carte de réseau hydrographique de la forêt domaniale de Taourirt Ighil	30
Figure 3.4 : Répartition des précipitations moyennes mensuelles des stations Tilioua Lakhemis, Tisgouga et Tala Igren ousrou (2000-2022)	34
Figure 3.5 : Les moyennes de températures maximales pour les stations Tilioua Lakhemis et Tisgouga et Tala Igren ousrou pour la période (2000-2022)	35
Figure 3.6 : Les moyennes de températures minimales pour les stations Tilioua Lakhemis, Tisgouga et Tala Igren ousrou pour la période (2000-2022)	36
Figure 3.7 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station de Tilioua Lakhemis pour la période (2000 à 2022)	37
Figure 3.8 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station de Tisgouga pour la période (2000 à 2022)	37
Figure 3.9 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station de Tala Igren Ouzrou pour la période (2000 à 2022)	38
Figure 3.10 : Positionnement des stations d'études sur le climagramme d'Emberger modifié.....	39
Figure 4.1 : Mesures effectuées sur le terrain.....	41
Figure 4.2 : Distribution des parcelles échantillonnées dans la station ST1 (TISGOUGA)	42
Figure 4.3 : Localisation des 03 stations d'échantillonnage dans la forêt domaniale de T-I.....	43
Figure 4.4 : Bilan de réalisation du Plan national de reboisement wilaya de Bejaia.....	45
Figure 4.5 : Répartition des reboisement PNR par type de plantation	46
Figure 4.6 : Répartition des prévisions du PNR (2000-2020) par type de reboisement	48
Figure 4.7 : Choix des techniques de plantation selon distribution des arbres de chêne-liège	48
Figure 4.8 : Photos satellitaires des trois stations d'étude.....	49
Figure 4.9 : Evolution de la récolte de liège dans la wilaya de Bejaia (1999-2018)	50

Figure 4.10 : Evolution de l'Exploitation du bois dans la Wilaya de Bejaia (1999-2018)	50
Figure 4.11 : Superficies incendiées et reboisées en Algérie (1999-2018)	51
Figure 4.12 : Carte du risque d'incendies liés à la distance par rapport aux habitations.....	52
Figure 4.13 : Carte de risque global de déclenchement d'incendies.....	52
Figure 4.14 : Superficies incendiées dans la wilaya de Bejaia (2012-2022)	53
Figure 5.1 : Distribution de taux de survie et de mortalité par station.....	55
Figure 5.2 : Tuteurage des plants (branches en bois et brindilles sèches) (Tisgouga).....	57
Figure 5.3 : Potets non plantes sur chantier de reboisement abandonné (Tilioua Lakhmis)	58
Figure 5.4 : Distribution du taux de survie et taux de mortalité par parcelle.....	58
Figure 5.5 : Trous de plantations rebouchés (pas de rétention d'eau)	60
Figure 5.6 : Variation des moyennes de la hauteur (moyenne de la hauteur \pm déviation strd)	61
Figure 5.7 : Variation des moyennes de la hauteur pour chaque station (La moyenne \pm déviation standard)	62
Figure 5.8 : Variation de l'exposition en pente dans les parcelles de la station de Tisgouga	61
Figure 5.9 : Densité et effet ombrage du couvert arbustif.....	62
Figure 5.10 : Variation des moyennes du diamètre au collet (Effet station) (La moyenne \pm déviation standard)	65
Figure 5.11 : Variation du diamètre au collet pour chaque station (Effet parcelle) (La moyenne \pm déviation standard)	68
Figure 5.12 : Variation des moyennes du nombre de Tiges par plant (Effet station) (la moyenne \pm déviation standard)	68
Figure 5.13 : Variation des moyennes du nombre de Tiges par plant pour chaque station (Effet parcelle) (La moyenne \pm déviation standard)	68
Figure 5.14 : Variation des moyennes du nombre de branches par plant (Effet station) (la moyenne \pm déviation standard)	69
Figure 5.15 : Variation des moyennes du nombre de branches par plant pour chaque station Effet parcelle) (La moyenne \pm déviation standard)	70
Figure 5.16 : Variation moyennes de la longueur de la croissance du bourgeon terminal (Effet station) (la moyenne \pm déviation standard)	71
Figure 5.17 : Variation des moyennes de la longueur de la croissance du bourgeon terminal pour chaque station (Effet parcelle) (La moyenne \pm déviation standard)	72
Figure 5.18 : Sous-bois carbonaté après passage d'incendie à la station St2 (Tilioua Lakhmis)	73
Figure 5.19 : Régénération naturelle chêne-liège par rejets après passage d'incendie	74
Figure 5.20 : Les excroissances de la galle du chêne-liège dans la station Tilioua Lakhmis	76

Liste des tableaux

Tableau I : Taux de réussite des reboisements en chêne-liège en Algérie (2001-2011)	16
Tableau II : Récapitulatif des prévisions du PNR par type de reboisement (2000-2019)	18
Tableau III : Techniques adoptées pour la préparation du sol de plantation	23
Tableau IV : Différentes types densité des plantations selon le type du sol.....	25
Tableau V : Valeurs coefficient de correction des précipitations des stations d'étude	33
Tableau VI : Valeurs coefficient de correction des températures des stations d'étude	34
Tableau VII : Valeurs du quotient pluviothermique de Stewart pour les stations d'étude	39
Tableau VIII : Localisation des 03 stations d'études	42
Tableau IX : Reboisements de chêne-liège réalisés au niveau des 03 stations d'étude	47
Tableau X : Nombre de plants échantillonnés par station.....	56
Tableau XI : ANOVA par deux facteurs pour la hauteur totale des trois stations	61
Tableau XII : Moyennes pour la hauteur totale dans les 03 stations (Effet station)	61
Tableau XIII : ANOVA par deux facteurs pour le diamètre au collet des trois stations	65
Tableau XIV : Moyenne pour le diamètre au collet dans les 03 stations (Effet station)	65
Tableau XV : ANOVA par deux facteurs pour le nombre de tiges par plant	67
Tableau XVI : Moyenne pour le nombre de tiges par plant dans les 03 stations	67
Tableau XVII : ANOVA par deux facteurs pour le nombre de branches par plant.....	69
Tableau XVIII : Moyenne pour le nombre de branches dans les 03 stations	69
Tableau XIX : ANOVA par deux facteurs pour la longueur du bourgeon terminal des trois stations (Effet station)	71
Tableau XX : Moyenne pour la longueur du bourgeon terminal dans les 03 stations	71

SOMMAIRE

Liste des abreviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1

Chapitre I : Généralités sur le chêne-liège

1. Place taxonomique et systématique du Chêne-liège	3
1.1. Taxonomie du chêne-liège	3
1.2. Principales caractéristiques botaniques	3
1.3. Exigences Ecologiques	5
2. Aire de répartition du chêne-liège	6
2.1. Aire de répartition mondiale	6
2.2. Aire de répartition du chêne-liège en Algérie	7
3. Cortège floristique et associations du chêne liège	8
4. Régénération du chêne-liège	8
4.1. Régénération naturelle	8
4.2. Régénération artificielle assistée	9
5. Les Subéraies Algériennes	10
5.1. Les facteurs de dégradation des subéraies algériennes	11

Chapitre II : Généralités sur le reboisement

1. Reboisement chêne-liège	14
1.1. Définition de reboisement	14
1.2. Typologie du reboisement	14
1.3. Reboisement de chêne liège en Algérie	14
2. Étapes des plantations de reboisement du chêne-liège	20
2.1. Préparation des plants	20
2.2. Travaux préparatoires à la plantation	22
2.3. Réalisation de la plantation du chêne-liège	24
2.4. Arrosage des plantations	26
2.5. Entretien des plantations	26
2.6. Contraintes majeures des réhabilitations des subéraies en Algérie	27

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude T-Ighil

1. Présentation de la zone d'étude	28
1.1. Situation géographique de la Forêt domaniale de Taourirt Ighil	28
1.2. Relief	29
1.3. Expositions et pentes	29
1.4. Hydrologie	30
1.5. Pédologie	30
1.6. La Végétation	31
1.7. La faune	32

2. Etude climatique.....	32
2.1. Les précipitations	34
2.2. Les températures	35
2.3. Synthèse climatique	36

Chapitre IV : Méthodologie du travail

1. Matériels et Méthodes	40
1.1. Méthodes d'échantillonnage de la zone d'étude	40
1.2. Emploi de l'échantillonnage aléatoire	41
1.3. Choix de l'emplacement de la zone d'étude	42
1.4. Mesures effectuées sur terrain.....	44
1.5. Les résultats de l'échantillonnage :	44
1.6. Traitement Statistiques des données	44
2. Bilan reboisement.....	45
2.1. Bilan des reboisements au niveau de la Conservation des Forêts -BEJAIA- PNR (2000-2020)	45
2.2. Evolution de la récolte du liège et de l'exploitation du bois dans la Wilaya de Bejaia ..	50
2.3. Evolution des superficies incendiées à Bejaia et Taourirt Ighil	51

Chapitre V : Résultats & Discussions

Introduction	54
1. Paramètres mesurés sur le terrain.....	55
1.1. Taux de survie des plants	55
1.2. Hauteur Totale	60
1.3. Diamètre collet.....	64
1.4. Nombre de tige par plant.....	66
1.5. Nombre de branches par plant	68
1.6. Longueur du bourgeon terminal.....	70
2. Facteurs probables de l'échecs des reboisements.....	72
2.1. Incendies	72
2.2. Le climat	74
2.3. La composition floristique (étage sous-bois).....	75
2.4. Dépérissement du chêne-liège	75
2.5. Techniques de plantations et Traitements sylvicoles	76

Conclusion et perspectives.....	78
---------------------------------	----

References bibliographiques

Annexes

Resumé

Le chêne-liège (*Quercus suber* L.) joue un rôle écologique essentiel en raison de sa faculté antiérosive et de sa résistance aux incendies (Alatou *et al.*, 2007). En Algérie, cette espèce forestière constitue une richesse importante, ayant une influence significative sur la vie socio-économique de la population riveraine et du pays dans son ensemble (Adjami Hachemi Rachedi, 2016). Le chêne-liège est endémique du bassin méditerranéen, et y est présent depuis plus de 60 millions d'années (Zine El Abidine *et al.*, 2016). Outre son importance écologique, le liège, produit par l'écorce du chêne-liège, possède une grande valeur économique (Abbassi *et al.*, 2019 ; Passarinho *et al.*, 2006).

Cependant, ces dernières années, l'état des forêts en Algérie, y compris les subéraies, est devenu très préoccupant (Berriah, 2015). La dégradation de ces écosystèmes est principalement due aux pâturages, à la pression anthropique (Acacio *et al.*, 2010), aux peuplements arrivés à maturité et surtout à la déficience de la régénération naturelle et à la récurrence des incendies.

Face à l'importance écologique et socio-économique du chêne-liège, il est crucial d'intensifier les efforts de réhabilitation des subéraies (Adjami Hachemi Rachedi, 2016) et de reconstruire ces écosystèmes (Bennadja *et al.*, 2006). Dans cette optique, plusieurs programmes ambitieux ont été mis en œuvre pendant 20 ans (2000-2020) par la Direction Générale des Forêts (DGF), dans le cadre du Plan National de Reboisement (PNR), afin de sauvegarder les fragments de forêts qui subsistent (Belgherbi *et* Benabdelli, 2015) et de remédier à cette situation dramatique de régression de la superficie subéricole (Berriah, 2015).

La forêt domaniale de Taourirt Ighil, tout comme les autres forêts algériennes, a bénéficié d'une politique de réhabilitation du chêne-liège dans le cadre du Plan National de Reboisement (PNR) de 2000 à 2020. Cette politique comprenait un plan de reboisement sur une période de 20 ans.

Le recours au reboisement était une nécessité pour assurer la survie et la reconstitution des subéraies, en se basant principalement sur la technique de la régénération artificielle (plantation) et des traitements sylvicoles appropriés (Alatou *et al.*, 2007).

Cependant, la politique forestière menée au cours de la dernière décennie n'a pas pris en compte de manière adéquate la question de la reconstitution des subéraies en Algérie (Bouhraoua *et al.*, 2014). D'une part, les programmes de reboisement de cette espèce n'ont pas donné les résultats escomptés. D'autre part, les années sèches successives dues aux aléas climatiques de la région, combinées à d'autres facteurs de pression, ont affaibli les subéraies de chêne-liège.

Afin d'évaluer le succès de la régénération artificielle réalisée dans la forêt domaniale de Taourirt Ighil, il est crucial de faire un bilan de la reprise des plants après leur plantation, qui dépend de la qualité des techniques de plantation et d'élevage des plants en pépinière (Berriah, 2015).

Notre objectif est d'évaluer les plantations de chêne-liège dans cette forêt en dressant un bilan physique des reboisements, ce qui permettra une meilleure évaluation des plantations réalisées. À travers ce diagnostic, nous cherchons à déterminer le taux de réussite, à identifier les causes des échecs éventuels et à comprendre les facteurs qui contribuent à la réussite des reboisements.

Notre travail est ainsi organisé en quatre chapitres. Le premier et deuxième chapitre porte sur les généralités du chêne-liège et le reboisement. Le troisième chapitre abordera la description de notre zone d'étude et la méthodologie de travail. Dans le quatrième chapitre, nous présenteront et discuterons les résultats obtenus.

Enfin, nous terminerons notre travail par une conclusion et quelques recommandations basées sur nos observations et analyses.

1. Place taxonomique et systématique du Chêne-liège

1.1. Taxonomie du chêne-liège

Le genre (*Quercus spp.*) est l'un des genres forestiers les plus riches en espèces (Sarir et Benmahiou, 2017).

Quercus suber L. (Chêne-liège) a été décrit pour la première fois par Linné en 1753 (Chenoune, 2011), appartenant à la section *Cerris* des *Quercus* (Saccardy, 1938). C'est un arbre de la famille des fagacées et du genre *Quercus*, qui représente le genre le plus important de cette famille, et il comprend de 200 à 500 espèces, dont 6 existent en Afrique du Nord (Roula, 2010). Selon Benamirouche (2020), Chenoune (2011), Saccardy, (1938), le chêne-liège (*Quercus suber* L.) est classé comme suit :

Domaine (Biota),	Classe (Magnoliopsida),
Règne (Plantae),	Sous-classe (Hamamelidae),
Sous-règne (Viridiaeplantae),	Ordre (Fagales),
Infra-Règne (Streptophyta),	Familles (Fagaceae),
Embranchement (Spermatophyta),	Sous-famille (Quercoideae),
Division (Magnoliophyta),	Genre (<i>Quercus</i>),
	Espèce (<i>Quercus suber</i> L.).

1.2. Principales caractéristiques botaniques

Le chêne liège est un arbre souvent volumineux (Tassin, 2012), trapu et flexueux ; avec un port assez étalé, sa hauteur ordinaire est de 10 à 15 mètres (Figure 1.1), mais peut atteindre jusqu'à 30 m dans des conditions favorables. Le terme de sa longévité pouvant atteindre 300 ans. Son tronc est court et se ramifie souvent à moins de 2 mètres au-dessus du sol, doté d'une écorce vert pale, très épaisse (jusqu'à 20 cm), subéreuse, boursoufflée, crevassée, profondément fissurée et souple, qui constitue le liège (Aouadi *et al.* ; Brosse *et Pelt*, 2010 ; Dumé *et al.*, 2018, 2010 ; Russell *et Cutler*, 2008 ; Lamey, 1893 ; Saccardy, 1938).

La présence de la subérine comme composant principal dans les parois cellulaires du liège, confère à l'arbre une protection de ces parties vitales lors du passage du feu (Dupérat *et Polese.*, 2008), mais aussi des qualités spécifiques (de légèreté, de souplesse, d'élasticité, d'imperméabilité aux liquides, de faible conductibilité thermique et phonique) (Vignes,1990).

Le chêne-liège est exploité pour son écorce qui sert à produire le liège, un produit forestier non ligneux, qui est retiré périodiquement (la première fois au bout de 12 à 15 ans, aussitôt que le tronc atteint 15 cm de diamètre) selon une procédure durable (Dehane, 2019 ; Gueffar *et* Dehane, 2019).

Le premier liège qui apparait (liège male) est irrégulier, inégal et peu de valeur, sert essentiellement à la fabrication d'agglomérés, enlevé par démasclage (incisions espacées sur une hauteur de 2 à 3 mètres du sol) ; le tissu fraîchement démasclé est rouge, puis devient rapidement brun. Ensuite, l'arbre reconstitue une nouvelle couche (liège femelle) de bien meilleure qualité, exploité tous les 6 à 10 ans, lorsque son épaisseur atteint au moins 2,5 cm (Adair *et al.*, 2022 ; Brosse *et* Pelt, 2010 ; Pereira, 2007).

Le chêne liège est fortement enraciné ; lorsque la nature du sol le permet, il pousse un pivot long et profond, lui permettant de résister aux vents les plus violents. Enracinement profond, permettant de prospector un grand volume de sol et de prélever l'eau stockée en profondeur (Dumé *et al.*, 2018 ; Lamey, 1893).

Le plant de chêne liège est doté d'un puissant système racinaire à forte capacité de régénération. La racine pivotante d'un jeune semis dépasse 15 cm avant l'apparition de la tigelle, atteint 60 cm à 3 mois et 100 cm en 12 mois, soit 4 fois environ la taille de la partie aérienne (Alatou *et al.*, 2007).



Figure 1.1 : Caractéristiques botaniques de l'arbre de Chêne-liège *Quercus suber* (L.)

Les feuilles du chêne liège (Figure 1.1) sont des feuilles subpersistantes, alternes, à court pétioles, de forme ovale ou ovale-oblongue de 4 à 5 cm de long, caduques (durcissement de leur cuticule), petites, coriaces, peu elliptiques, non ou peu dentées ou épineuses sur les bords, bien vertes au-dessus, blanchâtres et duveteuses en dessous, les stomates sont localisés dans des cryptes, souvent protégés par un feutrage de poils. Après 2

ans de croissance, les feuilles vertes deviennent gris pâle puis tombent (Brosse *et Pelt*, 2010 ; Dumé *et al.*, 2018 ; Gil *et Valera*, 2008 ; Russell *et Cutler*, 2008).

La floraison du chêne liège (Figure 1.1) est monoïque, pollinisée par le vent, produit des fleurs mâles et femelles séparées sur le même individu. Les fleurs males en chatons jaunes au printemps, pendant à l'extrémité des rameaux de l'année précédentes. Tandis que les chatons femelles minuscules naissent par 2 ou 3 à l'aisselles des feuilles sur les rameaux de l'année suivante (Brosse *et Pelt*, 2010 ; Lamey, 1893 ; Russel *et al.*, 2013).

Suivant les climats et l'exposition, l'époque de floraison varie de la fin d'Avril à la fin de mai. Il y a des fois une nouvelles floraison pour l'automne (Brosse *et Pelt*, 2010 ; Lamey, 1893 ;).

La fructification du chêne-liège est précoce, quelquefois dès l'âge de 12 à 15 ans, il produit des glands annuels et bisannuels de 2 à 3 cm de long : les glands annuels mûrissent la même année que les fleurs qui les ont produits, tandis que les glands bisannuels poussent et mûrissent à l'automne de l'année suivante (Aouadi *et al.*, 2010). Leur dissémination a lieu ordinairement a deux ou trois intervalles séparés (Aouadi *et al.*, 2010 ; Bosse *et Pelt*, 2010 ; Lamey, 1893).

Les glands du chêne-liège (Figure1.1) sont ovoïdes, gros, à pédoncule court, allongés, de 2 à 3 cm, terminés par une pointe courte et velue, inclus pour la moitié environ dans une copule conique à écaille saillantes, grise, molle et veloutes (Brosse *et Pelt*, 2010 ; Dumé *et al.*, 2018 ; Lamey, 1893 ; Russel *et al.*, 2013).

1.3. Exigences Ecologiques

Le chêne-liège est une essence d'arbre héliophile et thermophile, adaptée à la lutte contre l'évapotranspiration, exigeante en lumière et en chaleur. Il se développe principalement sur les coteaux et les montagnes en Algérie, du niveau de la mer jusqu'à 700 m d'altitude, en fonction du relief (Belgherbi *et Benabdeli*, 2015 ; Bennadja *et al.*, 2007 ; Brosse *et Pelt*, 2010 ; Saccardy, 1938).

Le chêne-liège nécessite une humidité atmosphérique d'au moins 60 %, même pendant la saison sèche. Il a une aire de distribution étendue avec des variations importantes des conditions environnementales. Il demande des précipitations annuelles moyennes de 400 à 1500 mm et une température annuelle moyenne de 13 à 20°C, avec des minima supérieurs à -5°C, en dessous desquels les feuilles subissent des lésions irréversibles (Belgherbi *et Benabdeli*, 2015 ; Daoudi *et al.*, 2018 ; Dumé *et al.*, 2018).

Le chêne-liège est généralement calcifuge et silicicole. Il préfère les sols meubles, profonds, de texture légère, bien aérés et riches en matière organique, avec un pH acide ou proche de la neutralité. Cependant, il peut également se développer dans des sols moins favorables, tels que les sols argileux ou superficiels (Belgherbi *et* Benabdeli, 2015 ; Daoudi *et al.*, 2018 ; Dumé *et al.*, 2018 ; Tassin, 2012).

2. Aire de répartition du chêne-liège

2.1. Aire de répartition mondiale

Le chêne liège (*Quercus suber* L.) est une essence très répandue dans les régions tempérées et méditerranéennes, endémique du domaine méditerranéo-atlantique (Aronson *et al.*, 2009 ; Roula *et* Messaoudene, 2013 ; Sarir *et* Benmahioul, 2017).

L'aire mondiale de la subéraie de chêne-liège (Fig.1.2) est évaluée à 2.277.700 ha (Bouderrah *et al.*, 2017 ; Ferreira *et al.*, 2000 ; Roula *et* Messaoudene, 2013), elle couvre le bassin méditerranéen occidental et la côte atlantique de l'Europe du sud, s'étendant de la péninsule ibérique et de l'Afrique du Nord à la Corse et à l'Italie (Dettori *et al.*, 2018), la subéraie du monde s'étend sur 7 pays : Portugal, Espagne, France, Italie, Maroc, Algérie, Tunisie, touchant 07 pays, elle abrite une diversité biologique significative (insectes, plantes, champignons ...), qui constitue des éléments naturels et intégraux des écosystèmes (Daas *et al.*, 2016).

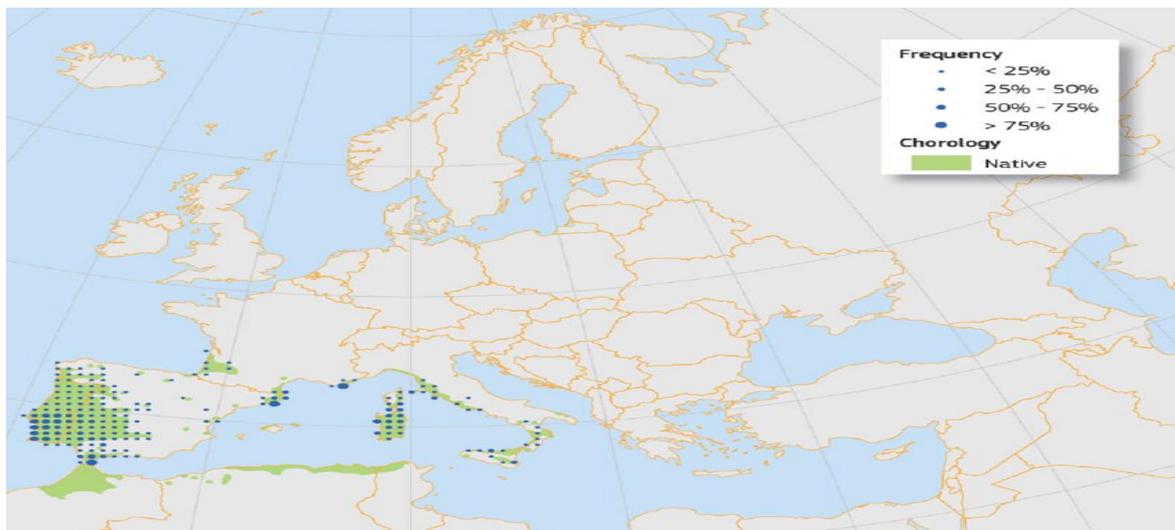


Figure 1.2 : Distribution naturelle de l'aire mondiale géographique du chêne-liège (*Quercus suber* L.) (Houston Durrant *et al.*, 2016).

Le chêne-liège est une espèce largement désignée pour sa grande valeur écologique (séquestration du carbone, protection des sols, régulation du cycle hydrologique) et socio-économique (liège, glands, bois) (Abdedelhamid *et al.*, 2019 ; Bouderrah *et al.*, 2017 ; Guettas *et al.*, 2022 ; Zine El Abidine *et al.*, 2016).

2.2. Aire de répartition du chêne-liège en Algérie

L'Algérie est l'un des sept pays méditerranéens possédant des forêts de chêne-liège qui constituent le deuxième peuplement après le pin d'Alep (Chenoune, 2011). Son aire d'implantation (Figure 1.3) se limite en effet au littoral et à la région des chaînes telliennes, près de 4/5 des zones de chêne-liège se présentent essentiellement au nord-est, de Tizi-Ouzou à la frontière tunisienne mais, dans la partie occidentale de l'Algérie, les peuples sont dispersés sous forme d'îlots (Abdelguerfi *et al.*, 2012 ; Guettas *et al.*, 2022 ; Saccardy, 1938 ; Sarir *et* Benmahioul, 2017).

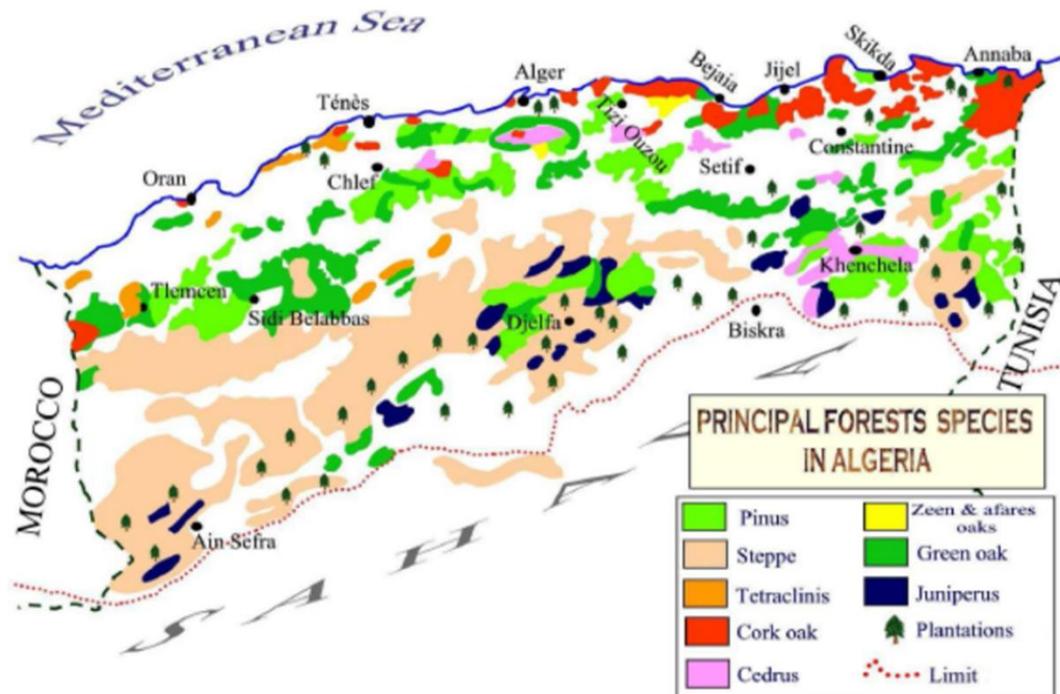


Figure 1.3 : Aire de répartition du chêne-liège en Algérie (Fao, 2012).

3. Cortège floristique et associations du chêne liège

Le chêne liège est une espèce typique de la végétation méditerranéenne et se retrouve en mélange avec des arbres telles que *Chêne de Castille* (*Quercus faginea* Lam.), *Châtaignier* (*Castanea sativa* Mill.), une multitude d'arbustes et de buissons (Benamirouche, 2020). Le chêne-liège (*Quercus suber* L.) du point de vue phytosociologique (Kholkhal, 2022 ; Roula, 2010), partage l'espace avec d'autres essences, en citant principalement quelque unes :

- Strate arborescente : chêne vert (*Quercus ilex* L.), chêne zeen (*Quercus canariensis* Willd), chêne afares (*Quercus afares* L.), pin maritime (*Pinus pinaster* Aiton.)
- Strate arbustive : L'arbousier (*Arbutus unedo* L.), Asperge à feuilles aiguës (*Asparagus acutifolius* L.), *Asphedèle* (*Asphodelus microcarpus* Salzm. et Viv.), Bruyère arborescente (*Erica arborea* L.), Bruyère à balai (*Erica scoparia* L.), Calycotome épineux (*Calycotome spinosa* (L.) Lamk. ssp. *spinosa* Burnat.), Calicotome velu (*Calycotome villosa* (Poiret.) Link. ssp. *intermedia* (Salzm.) M.), ...etc.

Sous l'effet notamment des incendies répétés et du surpâturage, l'association du chêne-liège est dégradée, aboutissant à des maquis où dominant *Ciste de Montpellier*, Palmier nain et (*Ampelodesmos mauritanicum* (Poiret) Dur. et Sch.) (Benamirouche, 2020).

4. Régénération du chêne-liège

Le terme régénération a deux sens : d'une part, c'est le renouvellement naturel d'un peuplement forestier par voie de semences ou de rejets, ou le renouvellement artificiel d'un peuplement forestier par semis ou par plantation (manuelle ou mécanique) (Bellefontaine *et al.* 2012). Elle constitue un aspect essentiel de la gestion durable du chêne-liège (Varela, 2013).

4.1. Régénération naturelle

La régénération naturelle du chêne-liège est très vigoureuse pour les jeunes plantules, grâce à la protection offerte par le couvert végétal arbustif dense du sous-étage (ombrage) (Pareira, 2007). Cependant, dans les systèmes clairsemés, les conditions ensoleillées et chaudes accentuent la mortalité des plantules un an après la germination.

Bien que les glands de chêne-liège aient un taux de germination très élevé, dépassant les 80% (Valera, 2013), leur régénération naturelle est entravée par plusieurs facteurs limitants majeurs. Parmi ceux-ci, on peut citer la densité et la distribution spatiale des arbres mères, le pacage, la sécheresse, les incendies et la récolte des glands par l'homme, en plus du dépérissement et du vieillissement des peuplements (Abdelhamid *et al.*, 2019 ; Alatou *et al.*, 2007 ; Nasrallah *et* Khelifi, 2010).

4.1.1. Régénération naturelle par semences

La régénération naturelle par semences est un processus complexe, qui se produit à partir du moment, où la graine germe une fois la maturité est atteinte, dans des conditions stationnelles favorables. En effet, comprendre ce mécanisme est essentiel pour tout plan efficace de conservation et de restauration (Aronson *et al.*, 2009).

4.1.2. Régénération naturelle par rejets de souches

Le chêne liège est doté d'une excellente capacité à se régénérer par rejets de souches après plusieurs incendies ou après plusieurs coupes, et commence à retrouver sa jeunesse cinq ans après. En effet, la cépée a des facultés à sélectionner naturellement et graduellement les brins d'avenir sans assistance de l'homme (Guettas, 2013 ; Tassin, 2012).

4.2. Régénération artificielle assistée

Adoptée par plusieurs pays méditerranéens concernés par le devenir des forêts de chêne-liège, la régénération artificielle assistée semble la solution la plus adéquate pour la sauvegarde et la réhabilitation des subéraies du chêne-liège, en optant pour la production des plants en pépinière (Abdelhamid *et al.*, 2019).

Plusieurs études ont démontré, que le recours à la régénération assistée (artificielle) et aux traitements sylvicoles du chêne-liège constitue une grande nécessité pour le maintien de son habitat (Alatou *et al.*, 2007). Il permet également de combler la basse densité ou mêmes des espaces vides dans les zones où la régénération naturelle est répartie d'une manière hétérogène (Varela, 2013).

4.2.1. Régénération artificielle par semis direct

La régénération du chêne-liège par semis direct présente de nombreux avantages. En plus d'être moins coûteux et simple à mettre en œuvre, le semis direct est particulièrement adapté aux essences dotées d'un système racinaire pivotant, comme le chêne-liège, et bénéficie d'une bonne adaptation aux conditions stationnelles. Il consiste à enfouir les glands, qu'ils soient pré-germés ou non, dans un sol préparé, que ce soit en plein, en sillons ou en potets (Benamirouche, 2020).

Le taux de réussite du semis a tendance à se stabiliser à partir de la première année, dans des conditions favorables et avec une protection renforcée contre la prédation animale, notamment par l'utilisation de grillages. Le semis direct présente l'avantage de favoriser la variabilité génétique, permettant ainsi des sélections phénotypiques et génotypiques (Alatou *et al.*, 2007 ; Belghazi *et al.*, 2001 *et* 2011 ; Bennadja *et al.*, 2007 ; Martinez Sanz *et* Enciso Encinas, 2017 ; Varela, 2013 ;).

4.2.2. Régénération artificielle par plantation

Il s'agit de la plantation de jeunes semis de chêne liège élevés en pépinière d'une durée allant de 06 à 09 mois, et les transplantés sur terrain choisi au préalable (Alatou *et* Messaoudene, 2007). C'est une pratique nécessitant une phase prospective pour mettre au point une technique de production de plants de qualité (Belghazi *et al.*, 2001 *et* 2011).

5. Les Subéraies Algériennes

Les subéraies algériennes, constituées principalement de chêne-liège (*Quercus suber* L.), jouent un rôle écologique, économique et social important. Elles contribuent à la création d'emplois saisonniers et à la génération de revenus pour les populations rurales (Bouhraoua *et al.*, 2014). Actuellement, la superficie estimée des subéraies est de 229 000 ha à 460 000 ha, mais seules 150 000 ha correspondent aux vraies forêts de liège (Alatou *et al.*, 2007 ; Aouadi *et al.*, 2010 ; Kim *et al.*, 2017). Ces subéraies sont réparties sur 23 wilayas, principalement dans les régions côtières méditerranéennes et les chaînes montagneuses de l'est du pays (Daoudi *et al.*, 2018).

Cependant, l'état des subéraies algériennes est préoccupant, avec une régression confirmée lors du deuxième Inventaire Forestier National en 2008. La superficie subéricole

est estimée à 357 000 ha, dont 242 098 ha correspondent à de vieilles futaies (Bouhraoua *et al.*, 2014). Cette régression affecte particulièrement les wilayas de Jijel, El Tarf, Skikda et Bejaia, qui sont les principales régions productrices de liège en Algérie (Benabdeli, 2013 ; Bennadja *et al.*, 2007 ; Guettas *et* Messaoudene, 2013).

5.1. Les facteurs de dégradation des subéraies algériennes

L'impact croissant du surpâturage, des incendies et de la sécheresse a perturbé profondément l'équilibre écologique des forêts de chêne-liège. Cela a entraîné une perte de vigueur, une absence de régénération naturelle et un dépérissement des arbres, mettant en péril la pérennité de ces forêts (Abdedelhamid *et al.*, 2019 ; Louni, 1994 ; Benabdeli *et al.*, 2015 ; Boussaidi *et al.*, 2010 ; Chouial *et al.*, 2022). En conséquence, la densité des subéraies diminue et leurs superficies se réduisent (Abdedelhamid *et al.*, 2019 ; Belgherbi *et* Benabdeli, 2015 ; Dehane *et al.*, 2013 ; Guettas *et al.*, 2022 ; Letreuch-Belarouci *et al.*, 2009 *et* 2010 ; Lachibi *et* Chehat, 2015 ; Nasrallah *et* Kefifa, 2010).

5.1.1. Les incendies

Bien que, le chêne-liège est connu pour son important pouvoir de récupération, notamment, sa faculté antiérosive et sa résistance aux incendies, grâce à l'isolant de l'écorce et au mécanisme de repousse par la suite. La récurrence des incendies, et l'altération de son cycle naturel par les activités humaines, rendent les arbres immatures et adultes du chêne-liège très vulnérables, immédiatement après l'extraction du liège (Alatou *et al.*, 2007 ; Acácio, 2009 ; Acácio *et al.*, 2009 *et* 2010 ; Moreira *et al.*, 2007 ; Pausas *et* Vallejo 1999 ; Zeddami *et al.*, 2007). Pour conséquence, la subéraie de chêne-liège s'évolue vers le maquis à chêne-liège fortement combustibles (Boughalm, 2015 ; Daoudi *et al.*, 2018).

En Algérie, la superficie des forêts reboisées ravagées par le feu sur la période (1999-2018) (Figure 1.3), est estimée à 568131 ha (DGF,2018), avec trois pics enregistrés en 2000 avec 55782 ha 2012 avec 99 061 ha et 2017 avec 53975 ha (DGF, 2018). Le pic le plus sinistre enregistré est celui de l'année 2021 où la superficie touchée est à plus de 100 000 Ha, dont 260 135 Ha de forêts (26 %), 21 040 Ha de broussailles (21,5%), 16 160 Ha (36 %), 352 Ha d'alfa (APS, 2022).

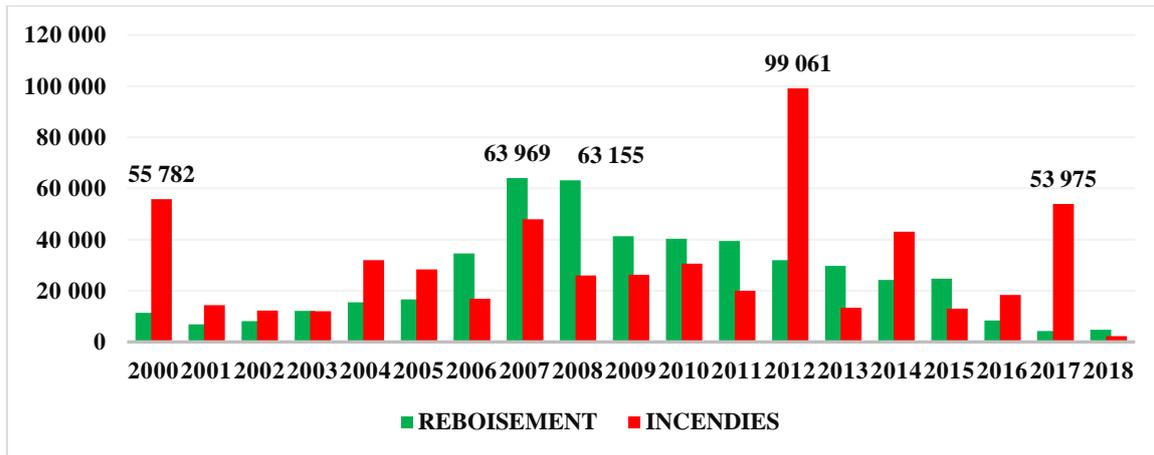


Figure 1.3 : Superficies brûlées par rapport au superficies reboisées (2000-2018) (DGF,2018).

5.1.2. La sécheresse récurrente

La fréquence et l'apparition des sécheresses extrêmes ne peuvent pas être prédites avec certitude en raison de leur dépendance aux conditions climatiques. Cependant, il est indéniable que ces sécheresses récurrentes ont un impact significatif sur la perte du chêne-liège, en entravant sa régénération à partir des graines et en augmentant sa mortalité (Acácio *et Holmgren*, 2014).

Ce phénomène est principalement dû à l'augmentation prévue de la température moyenne annuelle de 2 à 4,5 °C d'ici la fin du siècle, selon le rapport du GIEC (Kim *et al.*, 2017). De plus, il est prévu une réduction annuelle des précipitations de l'ordre de 30 % et une augmentation de la fréquence des événements climatiques extrêmes tels que les sécheresses et les inondations (Homet *et al.*, 2019).

5.1.3. Surpâturage

Il est largement reconnu que le pâturage excessif et l'exploitation intensive ont un impact négatif sur la régénération des forêts de chênes-lièges dans le bassin méditerranéen. Cette surutilisation combinée à la récurrence des incendies conduit à une réduction du taux de régénération en dessous d'un niveau durable. Au fil des années, les forêts existantes sont remplacées par des matorrals plus ou moins dégradés, et dans certains cas extrêmes, le sol peut être complètement dénudé (Kim *et al.*, 2017 ; Zeddani *et al.*, 2007).

Pour remédier à cette situation, Varela (2013) suggère la mise en place d'un système de rotation et de mise en défense des zones à régénérer. Ce système vise à équilibrer la viabilité et la pérennité des régénérations naturelles avec la présence du bétail. En effectuant une rotation appropriée des zones de pâturage et en mettant certaines zones en défense temporaire, il est possible de permettre la régénération naturelle des forêts de chênes-lièges tout en maintenant un équilibre avec l'élevage du bétail.

5.1.4. Dépérissement du chêne-liège

Au cours des dernières décennies, la vulnérabilité du chêne-liège à travers la Méditerranée face à certains agents pathogènes a augmenté. Le déclin de cette espèce est étroitement lié à une combinaison de facteurs biotiques, abiotiques, de changements climatiques et de mauvaises pratiques sylvicoles, qui compromettent sa pérennité et sa résilience (Adjami Hachemi Rachedi, 2016 ; Houston Durrant *et al.*, 2016). Les conséquences de ce dépérissement des subéraies sont une diminution de la qualité et de la quantité du liège produit, voire une raréfaction de l'espèce (Benamirouche, 2020).

En Algérie, le dépérissement des subéraies a été signalé dès le début des années 2000. C'est notamment le cas de la prolifération du charbon de la mère (*Hypoxylon mediterraneum*) observée ces dernières années (Benamirouche, 2020). Dans ses travaux sur le chêne-liège dans l'est de l'Algérie, Adjami Hachemi Rachedi (2016) a identifié plusieurs facteurs interagissant dans l'état sanitaire du chêne-liège, notamment :

- **Les feuilles au niveau du houppier** : observations d'attaques des phyllophages ; des nécroses d'origine bactériennes ; la présence des excroissances anormales appelées galles causées par (*Dryomyialichtensteini*, *Neuroterussaltans*, *Neuroterusminutulus*, *Eriophyessp*) ; et trois Lépidoptères *Cydiafagiglandana*, *Cydiasplendana*, *Pammenfaciana*
- **Les glands** : détermination d'attaques importantes par les Carpophages qui appartiennent à deux ordres, cas du Coléoptère *Curculiosp*, qui cause la diminution du poids et leurs viabilités ;
- **Ecorce et la zone sous corticale** : constat de l'interaction entre le regroupement des insectes xylophages avec d'autres variables principalement la flore lichénologique, et la diversité du régime alimentaire de certains Coléoptères, les saproxylophages, xylophages, prédateurs, etc.

1. Reboisement chêne-liège

Le défi majeur auquel les gestionnaires font face, suite à la dégradation incessante des patrimoines forestiers, impose le reboisement comme une solution capitale, et un outil fondamental, pour freiner la dégradation progressive des forêts, et leur maintien dans les régions méditerranéennes (Ben-Said *et al.*, 2022).

1.1. Définition de reboisement

Le terme de reboisement est défini selon (Cornu, 2003), comme étant « l'idée d'un simple retour à la normale ». Un enchaînement de choix et d'opérations techniques, suivant un calendrier contraint par les saisons, qui permet la conversion directe induite par l'homme des terres non forestières en terres forestières, par la plantation, l'ensemencement et/ou la promotion induite par l'homme de sources de semences naturelles (Dugelay, 1962 ; Fao, 2012 ; Valera *et Amandier*, 2016).

1.2. Typologie du reboisement

Les travaux de reboisement consistent généralement à créer, soit des plantations à fonction dominante de production du bois, et/ou de protection, soit des plantations dites de récréation (Ben-Said *et al.*, 2022 ; DGF, 2019 ; Merdas *et al.*, 2017).

1.3. Reboisement de chêne liège en Algérie

1.3.1. Historique et évolution

La majorité des futaies de chêne-liège d'Algérie sont des peuplements ayant plus de 100 ans, et leur reconstitution devienne impérative (Bennadja *et al.*, 2007). Bien que l'Algérie ait une superficie totale de plus de 2 380 000 km², seuls 40 000 km² (4 millions d'ha) sont constitués de forêts, dont le chêne-liège représente une superficie de 460 000 ha (surface potentielle) (Aouadi *et al.*, 2010). De nombreux programmes de reboisement ont été mis en œuvre par le passé, sans pour autant que le chêne-liège n'ait été pris en compte à sa juste valeur ; sa participation dans les différentes campagnes de plantation oscillait en effet entre 0,2 et 7 % (Bouhraoua *et al.*, 2014).

Pendant la période coloniale, les forêts algériennes ont subi une dégradation successive et importante, résultant de diverses activités anthropiques, mettant ainsi en péril

leur existence (Bensaid *et al.*, 1998 ; Bensaid *et al.*, 2007 ; Tatar, 2012). Entre 1942 et 1977, des efforts ont été déployés pour stabiliser, restaurer et protéger les bassins versants dégradés. Le projet du "Barrage vert" a été initié comme une première expérience de reboisement visant à lutter contre la désertification (Arabi, 2021 ; Bensouiah, 2004). Depuis 1962, environ 939 000 hectares ont été plantés, représentant près de 1,9 milliard de plants (DGF, 2021).

Cependant, le taux de réussite de ces plantations est d'environ 65% en raison de diverses contraintes (Bensaid, 1995 ; Bensaid *et al.*, 1998 ; Bensouiah, 2004 ; Merdas *et al.*, 2017 ; Ouldache, 2021 ; Tatar, 2012 ; Taabni *et* Kouti, 1992). Depuis 2000, l'Algérie, qui possède un potentiel forestier de 4,1 millions d'hectares, a mis en place une politique forestière qui prend en compte les multiples rôles de la forêt, notamment la protection, la production et la promotion sociale (Meddah *et* Zatl, 2018).

1.3.2. La réhabilitation des subéraies

La problématique de la subéraie en Algérie reste toujours posée. Sa prise en charge ne s'est penchée que sur les opérations de la récolte de liège, et quelques assainissements après incendie et l'ouverture de pistes (Dehane *et al.*, 2013 ; Letreuch-Belarouci *et al.*, 2009 ; Letreuch-Belarouci *et al.*, 2010).

Pour sa réhabilitation, plusieurs tentatives de reboisement réalisées avant se sont soldées par un échec important, en raison des contraintes d'ordre techniques et administratives (Bouchaour *et* Merabet, 2015 ; Guettas *et* Messaoudene, 2013). Pour cela, le choix d'espèces autochtones est primordialement préconisé, pour une intégration à la transition vers la végétation potentielle, afin assurer l'efficacité du reboisement (Zeddami *et al.*, 2007)

Les raisons de l'échec du reboisement en Algérie (tableau I) sont nombreuses selon plusieurs auteurs :

- Défauts rédhibitoires de l'élevage de plants ;
- Le choix de la période tardive de plantation (février à avril) ;
- L'absence d'arrosage pendant la période de sécheresse (été) ;
- L'absence de mise en défens et les attaques de rongeurs

En 2000, la Direction Générale des Forêts (DGF) en Algérie a lancé un programme national de régénération (PNR) pour promouvoir la réhabilitation des forêts de chênes-lièges et de cèdres de l'Atlas, des espèces de grande valeur (Merdas *et al.*, 2017). Malgré les efforts déployés, le programme n'a pas atteint ses objectifs escomptés.

Tableau I : Taux de réussite des reboisements en chêne-liège en Algérie (campagne 2001-2011) (Bouhraoua,2013)

Wilaya	Superficie parcourue (ha)	Surface boisée (ha)	Pourcentage de réussite %
Skikda	3480	2135	61
Jijel	3470	1592	46
Boumerdes	418	164	39
El Taref	1555	584	38
Sétif	340	123	36
Tizi Ouzou	1562	394	25
Bejaia	1015	220	22
Tlemcen	630	83	13
Oran	210	10	05
Souk Ahras	885	45	05

Dans le cadre d'un partenariat avec la DGF, l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) a relancé en 2021 un projet de réhabilitation et de développement durable des paysages de production de forêts de chêne-liège en Algérie. Ce projet, financé par le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) à hauteur de 3,4 millions de dollars, s'étend sur cinq ans (APS, 2021 ; DGF, 2023). Trois sites pilotes ont été sélectionnés pour le lancement du projet, à savoir Taourirt-Ighil (Béjaïa), Beni Ider (Jijel) et Hafir à Tlemcen, avant de s'étendre à 22 autres wilayas du pays.

Le choix de la technique de restauration dépend du niveau de dégradation de la zone considérée et sa reconstitution, à travers une stratégie d'adaptation de techniques sylvicoles et d'assistance, qui devient plus qu'impérative (Amghar *et al.*, 2021 ; Benabdeli, 2013 ; Bouderrah *et al.*, 2017 ;).

1.3.3. Le Plan National de Reboisement (PNR)

Le lancement du Plan National de Reboisement (PNR) s’inscrit dans le cadre de la mise en œuvre du P.N.D.A. (Plan national de développement agricole) (Figure 2.1), est un plan s’étalant sur 20 ans (DGF, 2018), qui reflète la vision et la politique forestière actuelle de l’Algérie, donnant une nouvelle dimension aux forêts algériennes sur les plans écologique, économique et social (Aouadi *et al.*, 2010 ; Bensouiah, 2004 ; Merdas *et al.*, 2017)

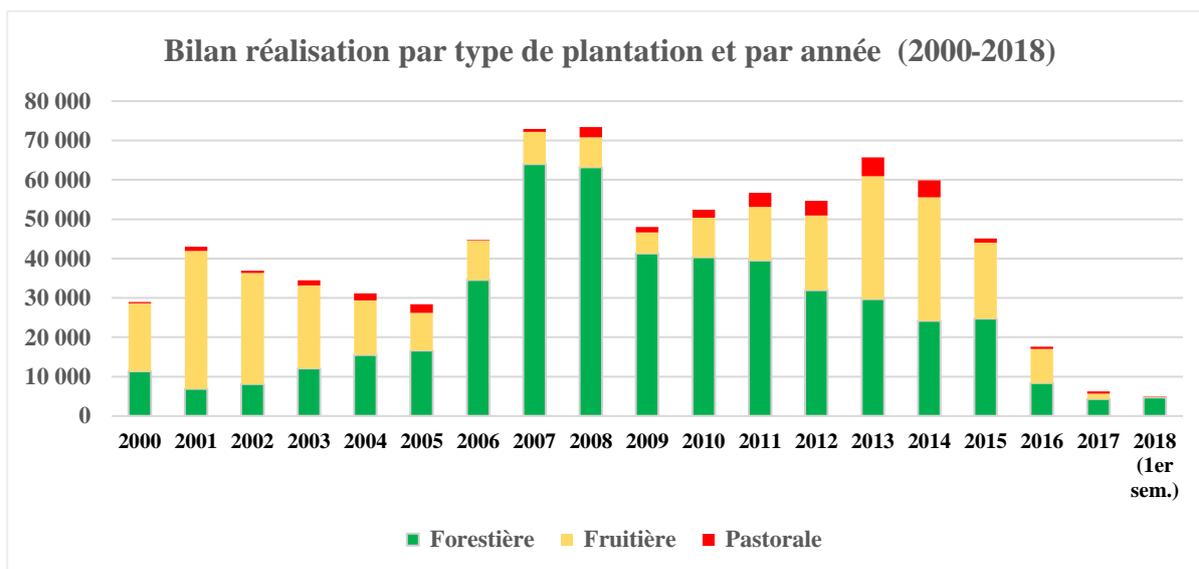


Figure 2.1: Bilan réalisation des reboisements par type de plantation et par année (DGF,2018).

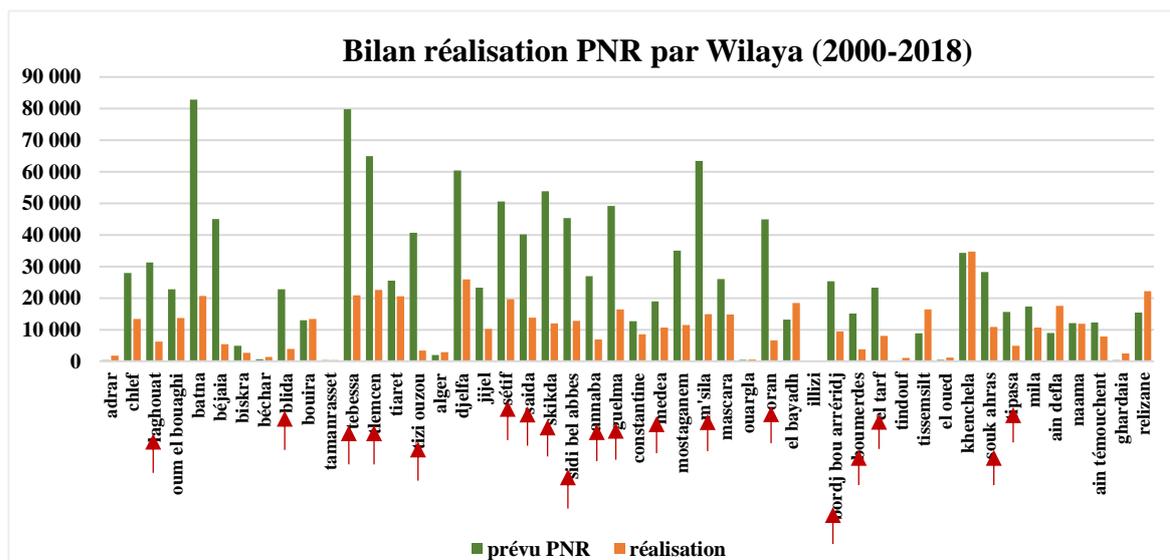


Figure 2.2 : PNR prévu et réalisé par wilaya (sans le fruitier) (2000-2018) (DGF, 2018)

Une nouvelle dimension sur lesquels les programmes déclinés à engager dans le cadre de cette nouvelle politique de reboisement devraient donc se basés (DGF, 2015). Une feuille de route pratique a été établie permettant à chaque wilaya (Figure 2.2), d'élaborer son programme forestier de wilaya (PFW) pour la période 2020-2030, et qui sera approuvé par les compétences territoriales de wilayas (DGF, 2018).

La planification de l'ensemble des actions prévues au PNR porte sur un objectif global de 1.247.900 ha réparti comme suit (DGF, 2018) (tableau II) :

Tableau II : Récapitulatif des prévisions du PNR par type de reboisement (2000-2019) en ha (CBF, 2018)

Objectifs	Type de reboisement	Superficie prévue (ha)	Nombre de Wilaya	Résultats attendus
Production	Industriel	75 012	7	Production de bois d'industrie augmentée
	Production	251 522	26	Production de bois et des produits non ligneux augmentée
Protection	Lutte contre l'érosion hydrique	563 335	35	L'envasement des barrages réduit et le taux de boisement augmentée
	Lutte contre la désertification	330 300	11	Les infrastructures socio-économiques protégées contre l'ensablement
	Ceintures vertes	11 300	13	Les Agglomérations protégées contre les nuisances
Recréation	Agrément	15 540	48	Le Cadre de vie des citoyens amélioré
Développement rural			48	Les emplois en milieu rural créés et les revenus améliorés

1.3.3.1. Réhabilitation des forêts domaniales de chêne-liège de Bejaia

Les forêts de chêne-liège de la wilaya de Bejaia comptent parmi les écosystèmes forestiers importants en Algérie, dotées d'une riche biodiversité végétale et faunique, mais aussi d'une importante valeur économique et sociale.

L'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), a inscrit la wilaya de Bejaia dans le cadre du projet « Réhabilitation et développement durable intégré des paysages de production de forêts de chêne-liège (FCL) en Algérie ». Le projet est décliné en plusieurs phases s'étalant sur 5 ans. Suite aux différents ateliers tenus par la

2. Étapes des plantations de reboisement du chêne-liège

La réussite d'un reboisement est sous la dépendance de nombreux facteurs, notamment des techniques employées : le labour, les trous, les potets, et la densité sous et hors couvert, tout en tenant compte de l'hétérogénéité de l'écosystème à réhabiliter (Faure *et al.*, 2014 ; DGF, 2018 ; Ortigosa-Izquierdo, 1990).

2.1. Préparation des plants

La pépinière a un rôle non négligeable dans la réussite de tout reboisement, la production des plants constitue une activité majeure dans les projets du programme national de reboisement (PNR) de la direction générale des forêts (Chebouti *et al.*, 2020).

2.1.1. Qualité des graines

L'amélioration de la qualité des plants produits dans les pépinières, dépend fortement de l'origine et de la qualité des semences (taille, poids, viabilité, teneur en eau, réserves de nutriments, état phytosanitaire) (Bensaid, 1995 ; Chouial *et al.*, 2022).

2.1.2. Choix de la provenance

La provenance des glands, et la qualité sanitaire des plants est conditionnée par le choix du site le mieux adapté, et les caractéristiques écologiques semblables des peuplements porte graines (PPG), identifiés et classés au préalable (Benoit de Coignac *et Alexandrian*, 1979 ; Bensaid, 1995 ; Bouhraoua *et al.*, 2014).

2.1.3. Élevage des plants en pépinière

En 1995, la Direction générale des forêts (DGF) avait initié la reconversion de la pépinière de Guerbès (wilaya de Skikda), en vue de la production de plants de chêne-liège. Cette pépinière est aujourd'hui exclusivement réservée à la production de chêne-liège (Aouadi *et al.*, 2010 ; DGF, 2015 ; DGF, 2018).

2.1.3.1. Production de plants

Deux techniques de culture sont pratiquées en pépinière :

2.1.3.1.1. Production sur châssis surélevés en conteneurs WM

La forme, les dimensions, et les caractéristiques du conteneur d'élevage ont une influence importante sur les variables morpho-physiologiques des plants, notamment la profondeur du conteneur (60 cm et 90 cm) comme le souligne (Zine El Abidine *et al.*, 2016). Tandis que Bouchaour *et Merabet* (2015), préconise l'utilisation de WM de section 25 cm², sans fond et de volume 400 cm³.

Les travaux sur le conteneur WM de RIEDACKER, confirment un meilleur développement du système racinaire, car les angles dièdres qu'il contient évitent la formation de chignons, et la spiralisation racinaires. Trois contenances sont disponibles sur le marché national algérien : 400, 800 et 1200 cc, mais le plus couramment utilisé est celui de 400 cc, ayant une hauteur de 17 cm (Bensghir Boukhari *et al.*, 2006 ; Chebouti *et al.*, 2020).

2.1.3.1.2. Production de plants à racines nues par bouturage

Les plants à racines nues sont cultivés en pleine terre issus de bouturage. Cette production est utilisée pour la majorité des feuillus à reprise facile. Après 1 an de plantation, les plants sont arrachés et repiqués sur un terrain plus vaste, dans le but de les espacer pour améliorer leurs croissances. Après cette période, le plant repiqué âgé de 2 à 4 ans est prêt à être utilisé pour une plantation surtout d'ornement et d'alignement (Chebouti *et al.*, 2020).

2.1.3.2. Techniques de production des plants de chêne-liège

Le tableau n°01 de l'annexe I présente les différentes techniques de production des plants de chêne-liège (*Quercus suber* L.).

2.1.4. Conformité des plants

Après un séjour à moins d'un an en pépinière des plants, un suivi de conformité est effectué avant leur acheminement sur les chantiers (Bensaid, 1995).

La conformité des plants consiste en une observation minutieuse de la partie aérienne ou tige pour déceler les défauts apparents ou cachés ainsi que de la partie souterraine ou racine principale (pivot) et secondaire (radicelle) (Chebouti *et al.*, 2020).

2.1.4.1. Normes dimensionnelles

Pour améliorer la qualité des plants produits dans les pépinières forestières, plusieurs pays ont instauré des normes de qualité morphologique (hauteur de la tige, diamètre au collet, biomasse de la partie aérienne et racinaire, rapport entre biomasse de la partie aérienne et biomasse de la partie racinaire) et physiologique (potentiel de croissance racinaire, capacité d'assimilation, capacité de résistance aux stress) (Bouderrah *et al.*, 2017 ; Chebouti *et al.*, 2020).

2.1.5. Contrôle phytosanitaire

Du point de vue phytosanitaire, les insectes et les champignons sont les principaux agents responsables des dépérissements des plants. Dans les pépinières, la fonte des semis (champignons microscopiques) constitue la plus grande cause de mortalité (Chebouti *et al.*, 2020 ; El Antry *et Piazetta*, 2014).

2.1.6. Transport des plants

Les plants produits sont acheminés vers la zone de plantations en bacs plastique (Bensaid, 1995). Les plants livrés pour les sites de reboisement doivent satisfaire à des critères de sélection qui exigent une bonne survie et une croissance optimale (Chebouti *et al.*, 2020).

2.2. Travaux préparatoires à la plantation

2.2.1. Choix des lieux de plantation

Le choix du site à reboiser est capital pour la réussite des travaux de reboisement en chêne-liège. Sur les sols moins profonds, les lieux de plantation sont installés là où la couche de ce sol est profonde de plus de 40- 45 cm (Bouhraoua *et al.*, 2014 ; Vlashev *et Dekhli*, 1973).

2.2.2. Préparation des placeaux de reboisement

Les techniques de préparation consistent selon le cas, au labour en plein (terrain nu), au labour en bandes et à l'ouverture de potets (sous couvert), qui seront suivies du rebouchage des ouvrages (Naggar *et Lahssini*, 2017), et qui sont en fonction des facteurs

du milieu (topographie, nature et profondeur du sol, pluviométrie) comme le résume le tableau (III) suivant :

Tableau III : Techniques adoptées pour la préparation du sol de plantation (El Antry *et* Piazzetta, 2014)

Plaine			
Technique	Actions	Profondeur	Période
Labour en plein	Défrichage, nettoisement, labour	30 à 35 cm en bandes de 3 m séparées de bandes de 2 m non labourées	Aout à Octobre
Labour en bande	Défrichage, nettoisement, labour	30 à 35 cm	
Ouverture de potets		0,5×0,5×0,5 m	
Montagne			
Ouverture de potets		0,5×0,5×0,5 m ou 1×0,5×0,5 m	Juillet à septembre
Ouverture d'éléments de fossé		1,5×0,5×0,5 m en terrains accidentés	

2.2.2.1. Travail du sol

Un sous-solage ou défonçage est effectué, avant toute plantation dans la zone devant recevoir les plantules réalisées avec un roter (dents de 0,50 mètre de profondeur et, exceptionnellement, 0,80 mètre). Cela permet de favoriser l'infiltration d'eau de pluie, et augmenter la surface de contact avec l'air (Bensaid, 1995 ; Faure *et al.*, 2014).

Abdelhamid *et al.* (2019) soulignent dans leurs travaux, que le travail des trous de plantations suivant les deux techniques (trou mi-rebouché et trou rebouché totalement), et le types de séjour de plants dans les pépinières (trois mois/ neuf mois) favorise significativement la croissance et le développement des plants.

En effet, les trous mi-rebouchés lors des plantations effectuées à une profondeur de 50 cm au-dessous de la surface du sol, permet une humidité et une fraîcheur au fond du trou des plants, avec un peu d'ombre selon la position du soleil au cours de la journée, et permet à la racine d'être dans une zone hors d'atteinte du ver blanc.

2.2.2.2. La mécanisation de la technique de plantation

L'importance des surfaces à planter a poussé les services forestiers et les unités de réalisation à envisager la mécanisation des plantations. Ils donnèrent d'excellents résultats pour les plantations pastorales et fruitières (Bensaid, 1995), et permettent d'atténuer dans une large mesure les funestes effets de l'inégale répartition des précipitations pluviales, ainsi que les difficultés éprouvées par la pénétration des racines (Dugelay, 1962).

2.2.2.3. Choix de la technique de plantation

Il n'existe pas de technique universelle. Le choix de la technique la plus appropriée est conditionnée et influencée par certains facteurs, notamment : la nature du terrain, sa topographie, et l'importance de la végétation naturelle spontanée et les conditions climatiques y régnant (Faure *et al.*, 2014).

2.2.2.4. Dimension des potets

Les potets devant recevoir la plantation mesuraient 40X40X40 cm. En Algérie, ces valeurs sont standards, quel que soit l'étage bioclimatique ou le type de sol (Bensaid, 1995 ; Kolai, 1988).

2.3. Réalisation de la plantation du chêne-liège

2.3.1. La réception des plantations

La livraison des plantations est assurée par les pépinières, désignées et conventionnées pour la production des produits forestiers. Ces derniers sont acheminés vers les zones devant recevoir les plants par transport (Souidi *et Larbi*, 2013).

- **Origine** : Les plants doivent parvenir des pépinières conventionnées par la direction générale des forêts.
- **Qualité** : Les plants devront être vigoureux, sains et conformes aux normes d'agrèage et par conséquent doivent répondre aux conditions phytotechnique et phytosanitaire.

2.3.2. Densité des plantations

Elle correspond à un espacement entre les lignes et à un espacement entre les plants sur une même ligne (Faure *et al.*, 2014). Le tracé de plantation (tableau IV) est effectué souvent en quadrillage rectangulaire avec des écartements moyens de 3 m entre plants sur la même ligne et 4 m entre lignes (Belghazi *et al.*, 2011).

Tableau IV : Différentes types densité des plantations selon le type du sol

Densité de plantation				
(Naggar & Lahssini, 2017)		(El Antry & Piazetta, 2014)		
Terrain nu	1100 potets/ha	Terrain nu		1 100 potets/ha ou 833
Labour en bandes	625 à 825 potets/ha	Sous couvert (densité inférieure à 150 tiges/ha)	Par bandes	625 à 833 potets/ha
Sous couvert	400 à 625 potets/ha		Par potet à la « recherche »	400 à 625 potets/ha

2.3.3. Période de plantation

Généralement, les plantations sont réalisées entre septembre et mars, période où la probabilité des pluies est la plus importante. En revanche, entre mars et mai avec un arrosage d'appoint, les taux de reprises sont de l'ordre de 80% (Bensaid, 1995 ; Naggar *et Lahssini*, 2017 ; Souidi *et Larbi*, 2013).

2.3.4. Qualification du personnel

L'exécution des plans nationaux de reboisement par des équipes d'agréage sont souvent décidés au milieu des contraintes de temps et d'espace, d'où la difficulté des opérateurs à répondre positivement à la demande, qui fatalement conduit à la supplantation de l'aspect quantitatif sur l'exigence qualitative (Chebouti *et al.*, 2020).

Dans le cadre des marchés actuels, les cahiers de prescriptions techniques (CPT) prévoient une réception des travaux 24 mois après leur réalisation, conditionnée par un taux de réussite de 80 % minimum. Une fois cette condition réalisée, parfois au prix de regarnis, les plantations sont livrées à elles-mêmes, et disparaissent progressivement sous

l'action des conditions environnementales, voyant leur taux de réussite descendre à 5-10 % (Bouhraoua *et al.*, 2014).

2.3.5. Technique de plantation

C'est la mise en terre des plants, qui consiste à enterrer le collet, sous dix (10) cm de profondeur, protéger par un support ou un abris-serre tube (en plastique perforé vertical). Permettant de ce fait, d'éloigner les racines des conditions de dessèchement, et de favoriser la génération de bourgeons dormants des racines adventives caulinaires (Valera *et Amandier*, 2016).

Les travaux effectués sur la régénération artificielle dans la forêt de la MAAMORA orientale, ont démontré que l'excision de l'hypo-cotyle à 7 cm du collet, et le travail des trous de plantation, ainsi que l'âge des plants, influencent significativement, sur la croissance en hauteur, la circonférence et le système racinaire (Abdelhamid *et al.*, 2019).

Une fois la plantation achevée, une inclinaison légère contre pente de la surface du trou est préconisée pour éviter le ruissellement et l'érosion (Souidi *et Larbi*, 2013). Et un traitement phytosanitaire contre le ver blanc ou autre agent pathogène est nécessaire à appliquer au moment du rebouchage de l'ouvrage (Naggar *et Lahssini*, 2017).

2.4. Arrosage des plantations

Après la plantation et l'opération de regarni, quelques arrosages d'appoint sont apportés en été (Bensaid, 1995). Le cahier des prescriptions techniques prévoit, la première et la deuxième année après la plantation (Bouhraoua *et al.*, 2014) :

- Un arrosage d'appoint juste après la plantation (10-20 L d'eau/plant) ;
- Un (pour les zones humides et subhumides) à trois arrosages (pour les zones semi-arides) en été (juin à août) de même quantité d'eau.

2.5. Entretien des plantations

Des opérations de désherbage, binage et éventuellement une cover cropage croisé sont effectuées sur terrain nu. Ces entretiens sont à réaliser durant la saison printanière (Naggar *et Lahssini*, 2017). El Antry *et Piazzetta*, (2014) préconisent une mise en défens pendant 10 ans après plantation.

2.6. Contraintes majeures des réhabilitations des subéraies en Algérie

Les contraintes majeures qui entravent la préservation et la réhabilitation des formations de chêne-liège en Algérie peuvent être résumées comme suit (Benabdeli, 2013). Tout d'abord, il y a une forte régression des subéraies productives. De plus, l'absence de traditions subéri-culturelles et de pratiques sylvicoles appropriées constitue un défi majeur. Un autre problème préoccupant est le fort enrésinement naturel, où d'autres espèces d'arbres, notamment les résineux, envahissent les zones de chêne-liège, ce qui peut entraver leur développement. Enfin, malgré les efforts de reboisement, il y a une intensification des plantations qui ne parviennent pas à atteindre les objectifs escomptés en termes de régénération et de restauration des formations de chêne-liège.

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. Situation géographique de la Forêt domaniale de Taourirt Ighil

La forêt domaniale de Taourirt Ighil est un massif forestier, qui s'étend sur une superficie de 6 349 ha 85 a 60 ca, constituant un ensemble homogène, de forme allongée. Elle se situe à 35 Km à l'Ouest du chef-lieu de la wilaya de Bejaia, répartie sur 18 cantons, dont la grande partie du massif (Figure 3.1) chevauche sur les communes d'Adekar, Taourirt Ighil, Tifra , Fenaia, Toudja, El kseur, Oued-Ghir.

La forêt domaniale de Taourirt Ighil est gérée administrativement par la Conservation des Forêts de la wilaya de Bejaia (CFB), subdivisée sur les circonscriptions d'Adekar (District Adekar), Chemini (District Akfadou) et El Kseur (District El Kseur) (CFB,2023).

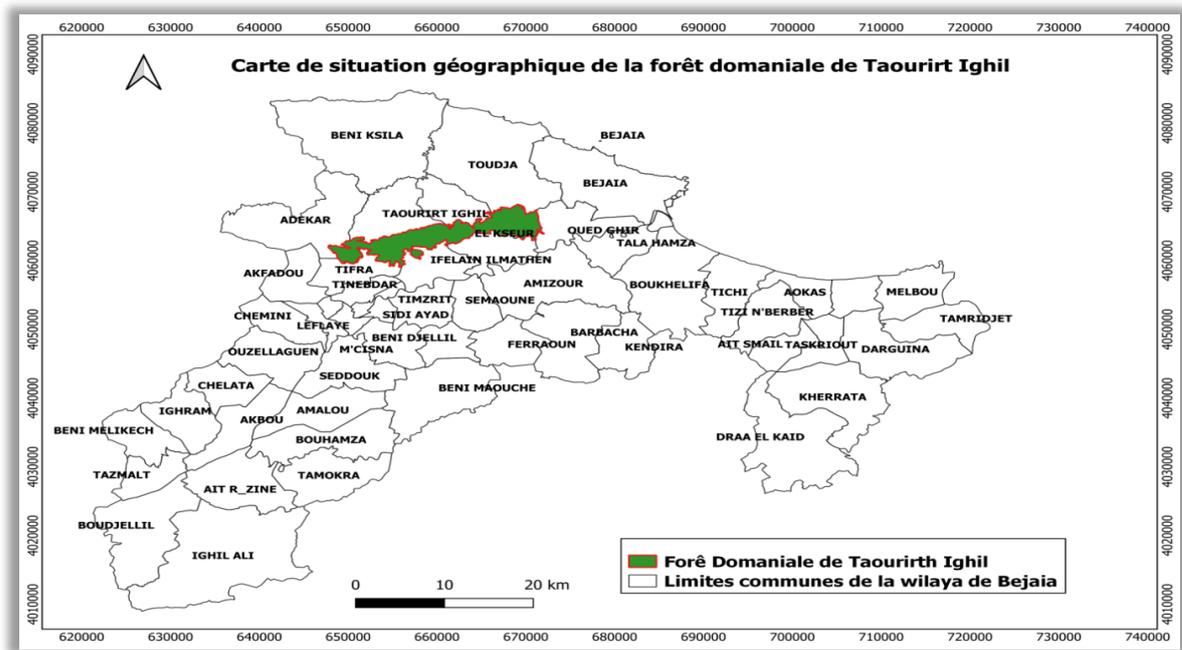


Figure 3.1 : Carte de situation géographique de la forêt domaniale de Taourirt Ighil (CFB, 2023)

1.2. Relief

La forêt domaniale de Taourirt Ighil a un relief globalement accidenté (Figure 3.2), avec une forme allongée s'étirant vers l'est sur environ 24 km. Elle est plus étendue à l'est, mais plus étroite au centre et à l'ouest. L'altitude moyenne est de 800 mètres, avec des pentes de plus en plus raides en allant vers le sud et des altitudes qui augmentent du nord au sud. Le point culminant se trouve à l'ouest avec une altitude de 1087 mètres, tandis que le point le plus bas est de 336 mètres référence.

Le relief est structuré à partir de lignes de crêtes, de talwegs et ravines découpant des formes de montagnes et de collines aux sommets le plus souvent arrondis. Ainsi, à l'extrême Est de cette forêt, les crêtes sont bien marquées, les versants Nord de longueur plus courte que ceux du sud qui sont sillonnés de ravines et de cours d'eaux (BNDR, 1993 ; CFB, 2023).

1.3. Expositions et pentes

La classification des pentes dans la forêt de Taourirt Ighil a été établie par le BNDR en 1993. Quatre classes ont été identifiées, en fonction de leur inclinaison : (0-3 %), (3-12,5 %), (12,5-25 %) et (> 25 %).

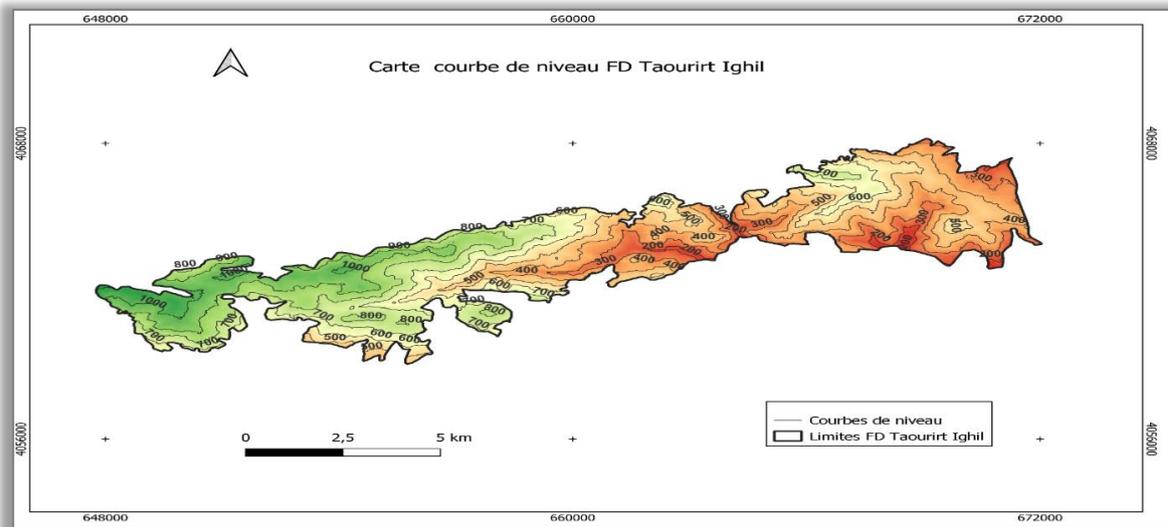


Figure 3.2 : Carte des courbes de niveau FD de Taourirt Ighil (CFB, 2023)

Sur la partie Est, la forêt domaniale de Taourirt Ighil (Figure 3.2) présente des pentes majoritairement supérieures à 25%. Les pentes allant de 3 à 12,5 % sont localisées à

l'extrême Est (Beni-Mansour), tandis que celles inférieures à 3% n'existent pas. Au centre, le relief est caractérisé par des versants abrupts aux pentes fortes (supérieures à 25%). Les zones de rupture de pentes correspondant souvent au tracé de la R.N.12. A l'ouest les pentes sont abruptes (sup à 25%) longues et fortement ravinées sur le versant Sud.

1.4. Hydrologie

La forêt domaniale de Taourirt Ighil (Figure 3.3) est drainée par (03) principaux Oueds : Oued Tifra, l'Oued Chekroun et l'Oued-Ghir. A l'est par l'oued Chekroun et à l'ouest par l'Ighzer Irsane, qui collectent les eaux du versant nord-sud grâce à un dense réseau d'oueds secondaires et de ravines (BNDER, 1993 ; CFB, 2023).

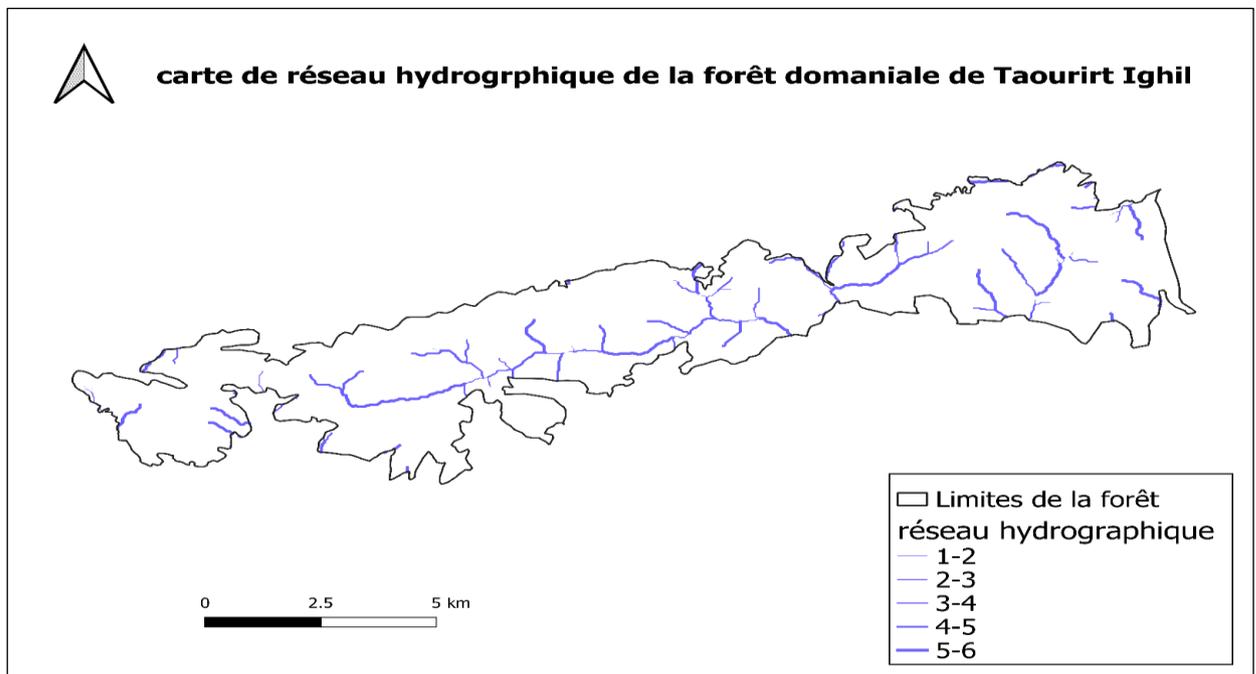


Figure 3.3: Carte de réseau hydrographique de la forêt domaniale de Taourirt Ighil (CFB, 2023)

1.5. Pédologie

D'après les études de prospection pédologique et d'analyse d'échantillons effectuées en 1993 par le BNDER, il a pu dresser un bref aperçu des différents types de sols présents dans la forêt de Bejaia Nord (Taourirt Ighil), ainsi que leurs caractéristiques physico-chimiques qui permettent d'évaluer leur valeur forestière.

L'étude des sols a permis de révéler la présence de sept types de sols au niveau du sous-groupe de classification française, répartis dans trois grandes classes distinctes :

- La classe des sols peu évolués
- La classe des sols à sesquioxydes de fer
- La classe des sols brunifiés.

1.6. La Végétation

La forêt domaniale de Taourirt Ighil est connue pour son climat humide et sa flore diversifiée, comportant un nombre important d'espèces. En ce qui concerne sa végétation forestière, elle est composée principalement de chênes liège, auxquels se joignent également des chênes zeens, présents dans la partie Nord ou l'extrême Ouest de la forêt dans des conditions favorables telles que la présence d'un sol profond et d'humidité. En plus, elle abrite d'autres essences telles que le chêne vert, le pin maritime et le pin d'Alep, bien que dans une moindre mesure. Le sous-bois est quant à lui composé principalement de plusieurs espèces, notamment le Lentisque, l'Arbousier, la Bruyère, le Genet, la Lavande, le Cytise, la Filiaire et le Calicotome, entre autres (BNNDER, 1993).

Dans la partie sud de la forêt, le *Quercus suber* est présent sous forme de maquis et de matorral, en raison de conditions défavorables telles que des incendies répétitifs, un sol superficiel et un manque d'humidité. Le sous-bois tient une place importante dans cette zone, principalement constitué de Filiaire, Ciste, Calicotome et Lentisque, comme l'ont également relevé les études du CFB en 2023 et du BNNDER en 1993.

Les données floristiques des groupements végétaux identifiés comprenant des espèces rencontrées choisies de manière exhaustive sur la base des caractéristiques stationnelles écologiques différentes (BNEDER, 1993) sont :

- Forêt de chêne liège (*Quercus suber* L.) à Lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) ;
- Forêt de chêne liège (*Quercus suber* L.) à Cytise (*Cytisus villosus* pour R.) ;
- Forêt de chêne-liège (*Quercus suber* L.) à Bruyère arborescente (*Erica scorpioides* L.) et Lavande papillon (*Lavandula stoechas* L.) ;
- Forêt de chêne-liège (*Quercus suber* L.) à arbousier (*Arbutus unedo* L.) ;
- Forêt mixte de chêne-liège (*Quercus suber* L.) –chenet zeen (*Quercus faginea* Lam.) à (*Lysimachia coussiniana* Coss.) ;

- Forêt chêne liège (*Quercus suber* L.) - pin maritime ;
- Forêt de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) à pistachier ;
- Le maquis de chêne vert (*Quercus ilex* L.) à Ciste à feuilles de sauge (*Cistus salviifolius* L.) ou Ciste de Montpellier (*Cistus monspeliensis* L.).

1.7. La faune

La faune de la région se compose principalement de mammifères tels que le singe magot, le sanglier, le lièvre, le lapin de garenne, le porc épic, le hérisson, le chacal et le renard. On peut également observer une variété d'oiseaux tels que la perdrix gabra, la palombe, la tourterelle, la caille et le faucon. Enfin, on trouve également des reptiles comme le lézard, des couleuvres et des vipères (BNEDER, 1993 ; CFB, 2023).

2. Etude climatique

Le climat est un facteur fondamental pour la région méditerranéenne, car il joue un rôle déterminant dans la mise en place, l'organisation et la survie des écosystèmes locaux. Ainsi, il est primordial de mener des études sur les régimes pluviométriques et thermiques afin de caractériser les différents types de climats présents dans la région. Ce travail permet de mieux comprendre les conditions environnementales et leur influence sur la faune et la flore de la région.

La forêt domaniale de Taourirt Ighil est classée parmi les régions les plus arrosées, caractérisée par un climat méditerranéen, bénéficiant d'une alternance de deux saisons distinctes l'une, pluvieuse et froide en hiver, et l'autre chaude et humide en été.

Nous avons obtenu les données climatiques de nos stations d'études Tilioua Lakhemis et Tisgouga, Tala Igren Ouzrou situées respectivement à 986 m, 498 m et 438 m d'altitude, en extrapolant les données relevées dans la station météorologique de l'aéroport de Bejaia située à une altitude de 2m. Cette station a été choisie comme station de référence pour une période de 22 ans, allant de 2000 à 2022.

Seltzer (1946) a déterminé que le gradient pluviométrique varie de 40 à 80 mm de pluie pour une élévation d'altitude de 100m du niveau de la mer vers l'intérieur du pays, en fonction de la hauteur des différentes montagnes de la région méditerranéenne, allant de

100 à 2000 m. Cependant, étant donné que votre station est proche du littoral, nous prendrons en compte un gradient de 40mm de pluie.

Il est à noter que la station de Bejaïa enregistre une pluviométrie annuelle de 813,68 mm. Par ailleurs, il est important de prendre en considération les différences significatives d'altitude entre la station de Bejaïa et les stations d'études Tilioua Lakhemis, Tisgouga, Tala Igren Ouzrou qui sont de 984 m, 496 m et 438 m respectivement.

La pluviométrie annuelle estimée de la station d'étude de Tilioua Lakhemis est égale à la pluviométrie annuelle de Bejaïa plus 393,6 mm, soit $813,68 + 393,6 = 1207,28$ mm. De même, la pluviométrie annuelle estimée pour la deuxième station d'étude, Tisgouga, est égale à la pluviométrie annuelle de Bejaïa plus 198,4 mm, soit $813,68 + 198,4 = 1012,08$ mm. Également, la pluviométrie annuelle estimée pour la troisième station d'étude, Tala Igren Ouzrou, est égale à la pluviométrie annuelle de Bejaïa plus 174,4 mm, soit $813,68 + 174,4 = 988,08$ mm.

Ces estimations prennent en compte les différences altitudinales entre les stations d'étude et la station de Bejaïa pour obtenir une meilleure approximation des précipitations annuelles dans ces régions. Pour y parvenir, il faut multiplier la valeur mensuelle de chaque mois de la station de Bejaïa par les rapports indiqués dans le tableau (V) suivant.

Tableau V : Valeurs des coefficients de correction des précipitations des stations d'étude

Station	Différence Altitudinale (m)	P (mm) de la Station Bejaïa	P Station Etudiée / P Bejaïa	Coefficient de correction
Tilioua Lakhemis	984 m	813,68 mm	(1207,28 / 813,68) mm	X 1,48
Tisgouga	496 m	813,68 mm	(1012,08 / 813,68) mm	X 1,24
Tala Igren Ouzrou	436 m	813,68 mm	(988,08/813,68) mm	X 1,21

Selon Seltzer (1946), les températures moyennes minimales (m) diminuent de 0,4°C pour chaque élévation de 100 m, tandis que les températures moyennes maximales (M) diminuent de 0,7°C pour chaque élévation de 100 m. En utilisant ces informations pour estimer les températures à la station de Tilioua Lakhemis, nous pouvons constater que les températures moyennes minimales (m) et maximales (M) sont respectivement inférieures

de 3,93°C et de 6,88°C par rapport à celles de la station de Bejaia, et de 1,98°C et 3,47°C pour la station Tisgouga, de 1,74°C et 3,05°C pour la station Tala Igren Ouzrou (tableau VI).

Tableau VI : Valeurs coefficient de correction des températures des stations d'étude

Station	Différence Altitudinale (m)	Coefficient correction T (°C) maximale	Coefficient correction T (°C) minimale
Tilioua Lakhemis	984	6,88	3,93
Tisgouga	496	3,47	1,98
Tala Igren ouzrou	436	3,05	1,74

2.1. Les précipitations

Selon l'analyse des données climatiques après correction, les précipitations moyennes annuelles sont estimées à 1207,28 mm pour la station de Tilioua Lakhemis, de 1012,08 mm pour la station de Tisgouga, et de 988,08 mm pour la station de Tala Igren Ouzrou.

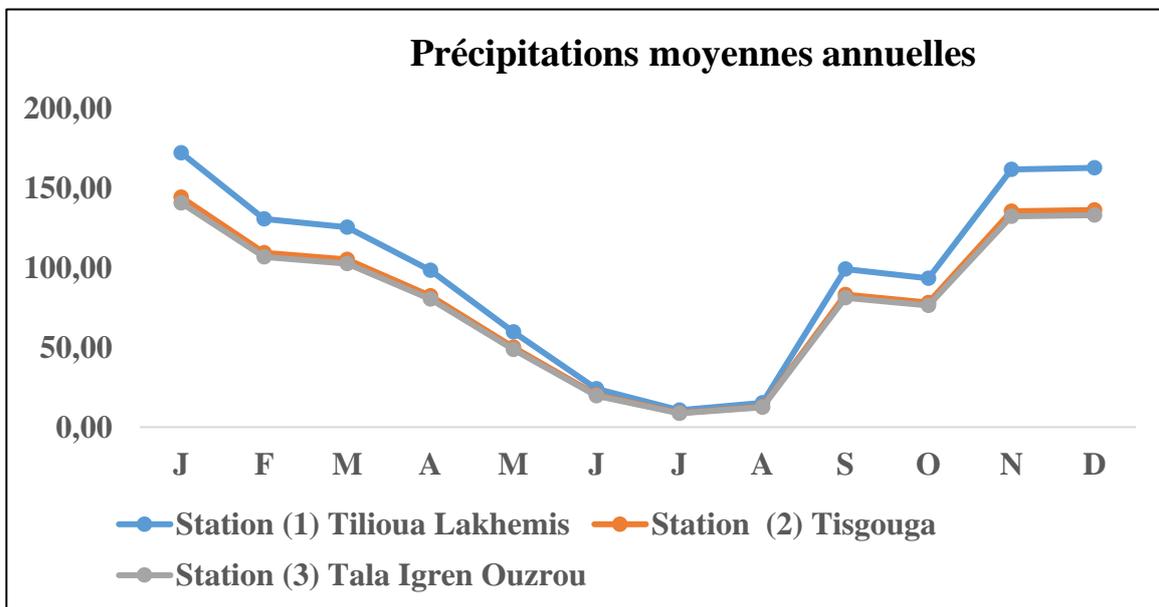


Figure 3.4: Répartition des précipitations moyennes mensuelles des stations Tilioua Lakhemis, Tisgouga et Tala Igren ouzrou (2000-2022)

Les saisons sont bien marquées, avec un hiver froid et un été chaud. Les précipitations mensuelles moyennes sont très abondantes dans les deux stations en hiver (Figure 3.4). La station Tilioua Lakhemis reçoit une quantité considérable de pluviométrie, de l'ordre de 172,26 mm au mois de Janvier, tandis que la station Tisgouga et Tala Igren Ouzrou enregistrent des quantités rapprochées de l'ordre de, 144,19 mm et 140,70 mm respectivement. En été, la station de Tilioua Lakhemis enregistre une quantité de 10,61mm, les stations Tisgouga et Tala Igren Ouzrou, enregistrent 8,89 mm et 8,68 mm pour le mois de Juillet., considéré comme le mois le plus sec.

Les précipitations moyennes mensuelles de notre station d'étude sont représentées dans le (tableaux n°01 et 02, annexe II) ainsi que celles de la région de Bejaia.

2.2. Les températures

Après avoir effectué les corrections nécessaires, l'analyse des données révèle que les températures mensuelles moyennes (M) à la station de Tisgouga et Tala Igren Ouzrou (Figure 3.5) sont relativement élevées pendant l'été. En effet, le mois d'août est considéré comme le plus chaud, avec une moyenne de 27,28 ° C à Tisgouga, et d'une moyenne de 27,70 ° C à Tala Igren Ouzrou. En ce qui concerne les températures minimales, la station de Tilioua Lakhemis (Figure 3.6) enregistre le mois le plus froid, avec une moyenne de 3,27°C.

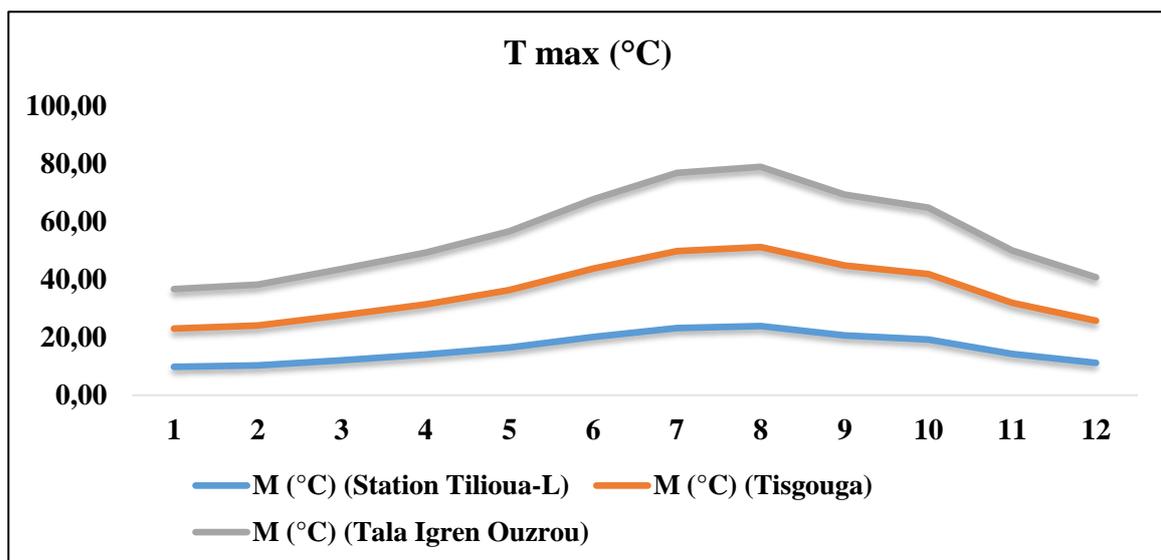


Figure 3.5: Les moyennes de températures maximales pour les stations Tilioua Lakhemis et Tisgouga et Tala Igren ouzrou pour la période (2000-2022).

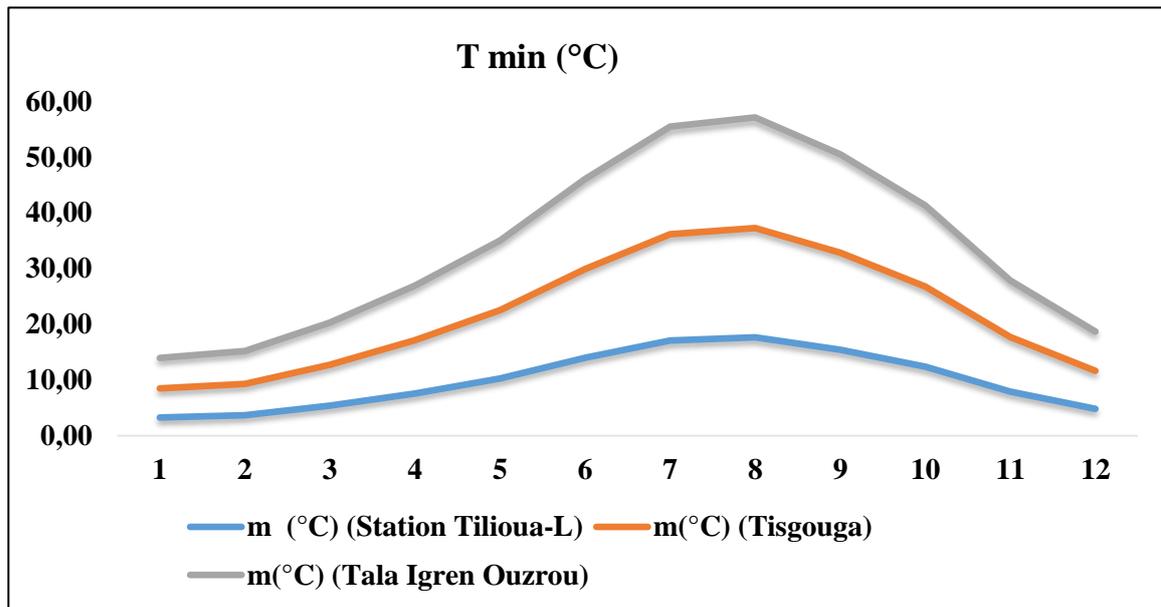


Figure 3.6 : Les moyennes de températures minimales pour les stations Tilioua Lekhemis et Tisgouga et Tala Igren ouzrou pour la période (2000-2022).

2.3. Synthèse climatique

Les précipitations et les températures sont des facteurs climatiques clés et sont essentiels pour toute étude climatique. Afin de déterminer le climat de notre station d'étude, nous avons élaboré un diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen ainsi qu'un climatogramme d'Emberger. Ces outils permettent de visualiser les données climatiques de la région.

La synthèse climatique est une étape importante dans la compréhension et la classification des différents types de climats. Elle permet de mieux comprendre le comportement de la végétation et sa répartition en fonction des conditions climatiques locales.

En utilisant des outils tels que les diagrammes ombrothermiques et les climatogrammes, nous pouvons déterminer les caractéristiques climatiques de la région et mieux comprendre les interactions entre les écosystèmes et leur environnement. Ces informations sont essentielles pour la conservation et la gestion des ressources naturelles et pour mieux comprendre les impacts du changement climatique sur les écosystèmes locaux.

2.3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953)

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen est un outil visuel créé en 1953 pour représenter les données climatiques, telles que les précipitations et les températures moyennes mensuelles, sur un même graphique. Cette représentation graphique permet de visualiser clairement les variations saisonnières des précipitations et des températures, et permet également d'observer la saison sèche dans la région étudiée.

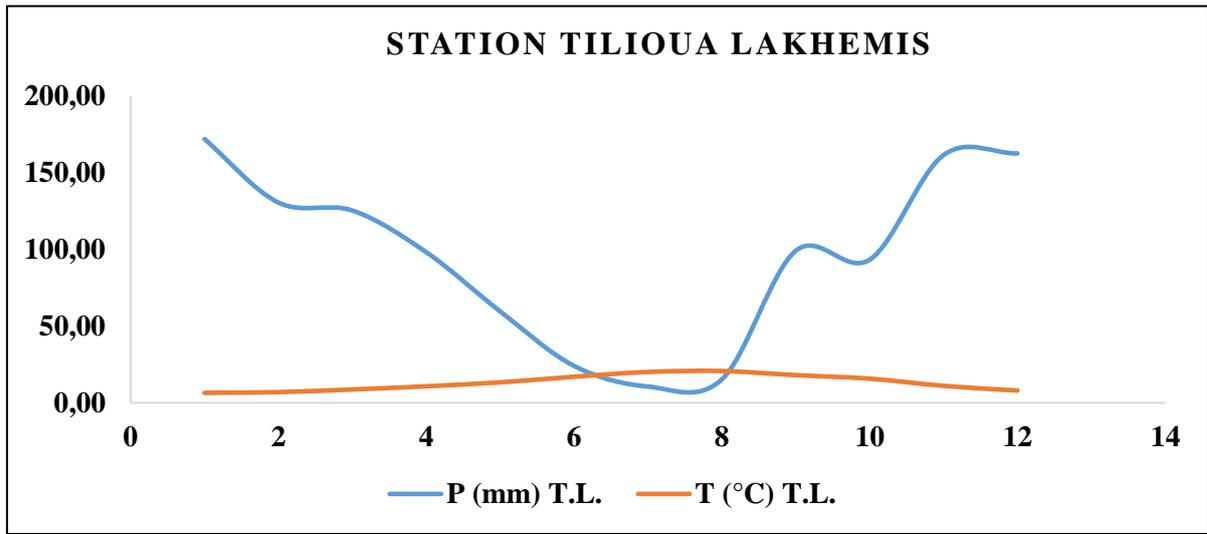


Figure 3.7: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station de Tilioua Lakhemis pour la période 2000 à 2022.

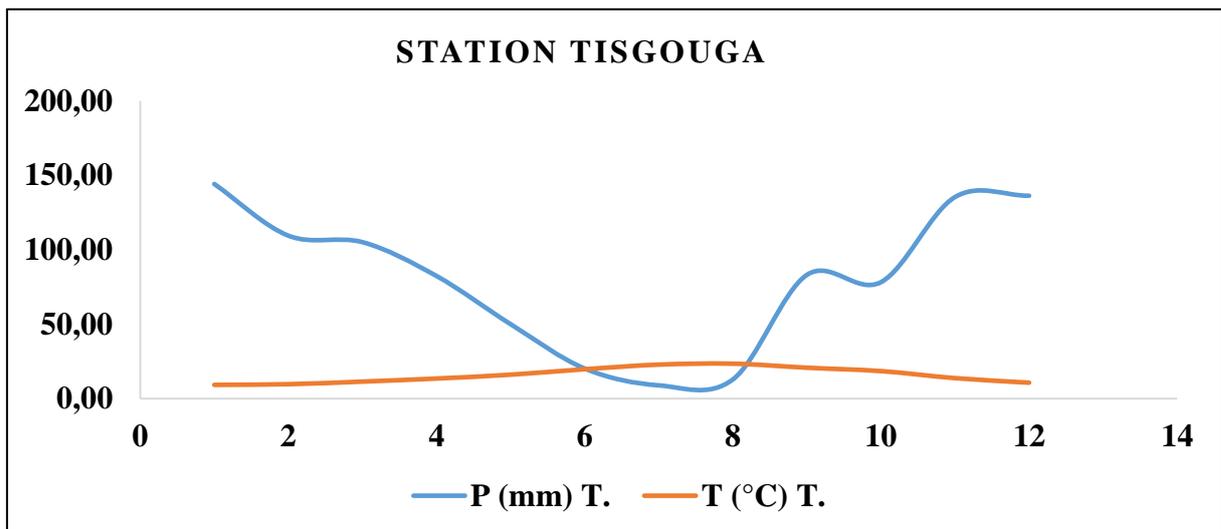


Figure 3.8: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station de Tisgouga pour la période 2000 à 2022.

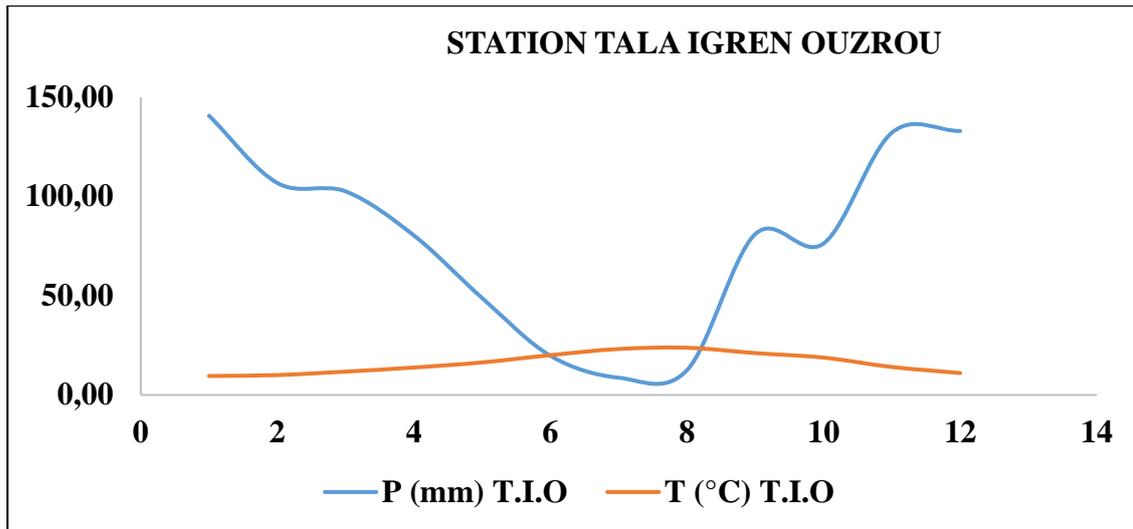


Figure 3.9: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la station de Tala Igren Ouzrou pour la période 2000 à 2022.

D'après le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1953), les figures (Figure 3.7/Figure 3.8/Figure 3.9), nous pouvons observer que les stations de Tisgouga et Tala Igren Ouzrou sont caractérisées par une période plus longue de saison sèche, qui s'étend du mois de juin jusqu'au début de mois d'Aout. Cette période sèche est plus étendue légèrement que celle de la station de Tilioua Lakhemis.

2.3.2. Climagramme d'Emberger

Le quotient pluviothermique d'Emberger est un outil graphique représentant la synthèse climatique spécifique au climat méditerranéen. Il met en rapport les précipitations et les températures pour aider à déterminer l'étage bioclimatique de la région étudiée. Les zones climatiques et les types de végétation qui y sont associés peuvent ainsi être identifiés en fonction du quotient pluviothermique.

Le quotient est déterminé par la formule de Stewart (1969), adapté pour l'Algérie et les autres pays voisins, qui se présente comme suit :

$$Q3 = 3,43 P/M-m$$

P : pluviométrie moyenne annuelle en mm

M : température maximale moyenne du mois le plus chaud

m : température minimale moyenne du mois le plus froid

Ainsi, dans le cas de notre zone d'étude, après le calcul du quotient d'EMBERGER, on obtient une valeur $Q= 196,29$ pour la station de Tilioua Lakhmiss, $Q= 150,21$ pour la station de Tisgouga, et $Q= 145,4$ pour la station de Tala Igren Ouzrou. Ce qui résulte, que nos stations d'étude sont classées dans l'étage bioclimatique subhumide tempéré pour les trois stations étudiées selon les quotients obtenus comme indiqué dans le tableau (VII) suivant :

Tableau VII : Valeurs du quotient pluviothermique de Stewart pour les stations d'étude

Station	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Quotient
Tilioua Lakhemis	1153,12	23,87	3,72	196,29
Tisgouga	966,13	27,28	5,22	150,21
Tala Igren Ouzrou	942,76	27,70	5,46	145,4

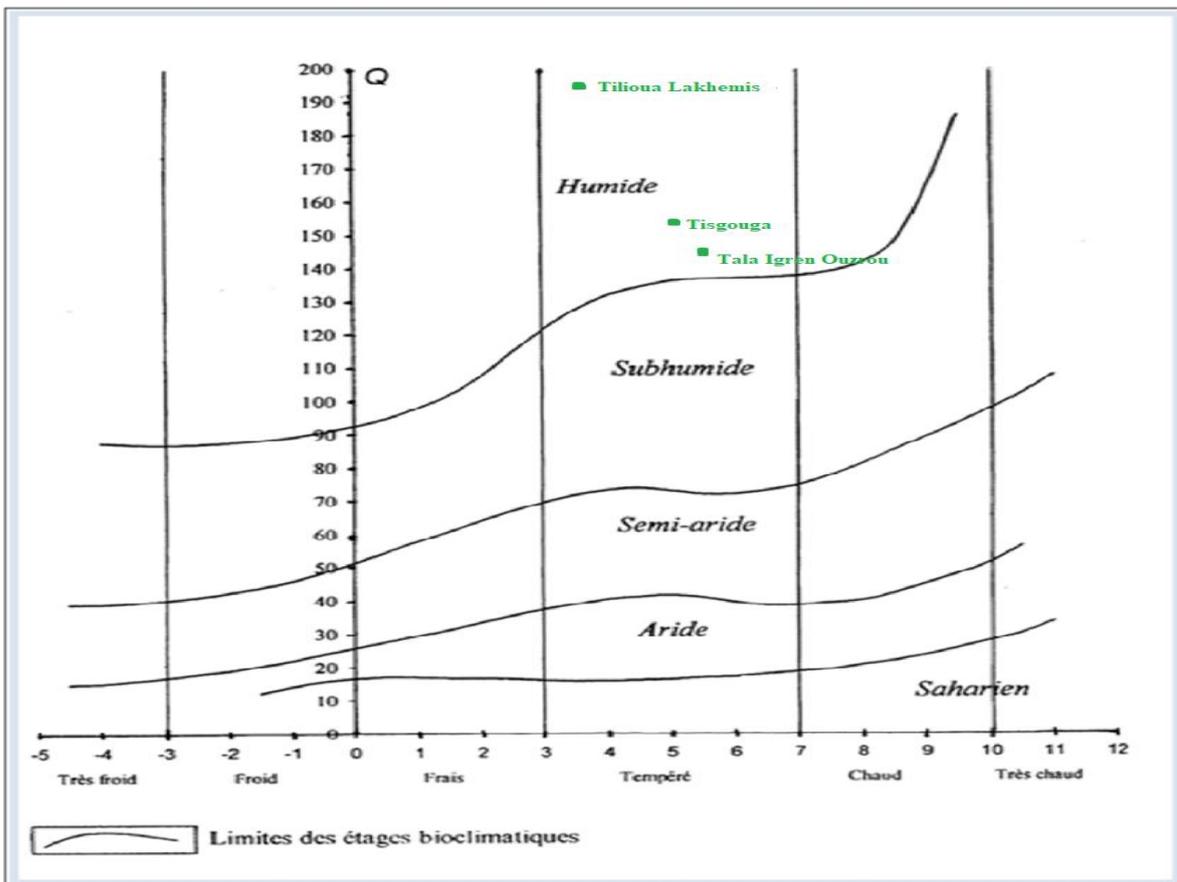


Figure 3.10: Positionnement des stations d'études sur le climagramme D'Emberger modifié par (Stewart, 1969).

1. Matériels et Méthodes

Les techniques d'échantillonnages de la végétation sont très nombreuses, et leurs choix répondent aux exigences du terrain ou des objectifs à atteindre par l'étude menée (GlekeKakai *et al.*, 2016).

1.1. Méthodes d'échantillonnage de la zone d'étude

L'étude du diagnostic de reboisement de chêne liège dans la forêt domaniale de Taourirt Ighil, nous a conduit à chercher et collecter des informations écologiques satisfaisantes, suivant une stratégie d'échantillonnage appropriée, selon la variabilité des facteurs du milieu et l'étendue de la zone d'étude.

Compte tenu de l'hétérogénéité du milieu (diversité floristique et variabilité physique) et l'étendue du terrain. Nous avons opté pour un échantillonnage aléatoire de quadrat, pour effectuer les différents prélèvements.

1.1.1. Plan d'échantillonnage

1.1.1.1. Echantillonnage

Par échantillonnage, on entend ; une partie des sujets de la population sont « examinés ». Une étape par laquelle, on obtient une valeur approchée d'un paramètre d'une parcelle, suite à la sélection d'échantillon de sites de mesures, qui sont réalisés pour une grandeur sur chacun des sites constituant la station choisie (Baptiste, 2020).

1.1.1.2. Population

Une population est un ensemble dont les éléments comportent une ou plusieurs caractéristiques communes. À vrai dire, c'est l'ensemble des mesures qualitatives ou quantitatives de ces caractéristiques qui définit la population (Ajar *et al.*, 1983).

1.2. Emploi de l'échantillonnage aléatoire

1.2.1. Principe :

Il consiste à découper la population en unités plus homogène, afin de réduire la variabilité du milieu. Chaque unité de la population a la même probabilité d'être sélectionnée et sera échantillonnée séparément (Tauran-Jamelin, 2002).

1.2.2. Méthode de collecte des données :

A. Le choix des sites de mesures (Tableau VIII), s'est porté sur trois stations dans des cantons différents comme le montre la figure (Figure 4.3) :

St1: Tisgouga;

St2: Tilioua Lakhemis;

St3 : Tala Igren Ouzrou).

B. L'opération de l'échantillonnage sur le terrain a débuté à partir du 01 juin 2023 et a pris fin le 15 juin 2023.

C. Au cours de chaque opération, des parcelles en nombre de 4 sont définies pour chaque station en forme de carré (20mètres * 20mètres) comme l'illustre la figure (Figure 4.2) ;

D. Chaque parcelle a délimitée par un ruban (Figure 4.1) de 20m*20m, en procédant à un échantillonnage aléatoire simple de toute la superficie ainsi définie, en tenant compte de la représentativité de l'échantillon.



A.) Délimitation de la parcelle par des cordes



B.) Mesure du diamètre au collet à l'aide d'un pied à coulisse



C.) Mesure de la hauteur totale à l'aide d'un ruban de couture

Figure 4.1 : Mesures effectuées sur le terrain

1.3. Choix de l'emplacement de la zone d'étude

Le choix des sites d'études représente une partie de la population ciblée, ayant déjà fait objet d'opérations de reboisement. Les parcelles de mesures associées sont localisées dans une même zone géographique, ce qui nous permet de dresser un portrait général des paramètres choisies pour les stations en question, qui doivent être simples à utiliser, facile à observer et étroitement reliées au thème de l'étude.

Tableau VIII : Localisation des 03 stations d'études

Station	Altitude (m)	Latitude	Longitude
Tisgouga	496 m	36°42'16.21''N	4°47'02.72''E
Tilioua Lakhemis	984 m	36°42'01.85'' N	4°43'34.82'' E
Tala Igren Ouzrou	436 m	36°42'56.75''N	4°54'25.76''E

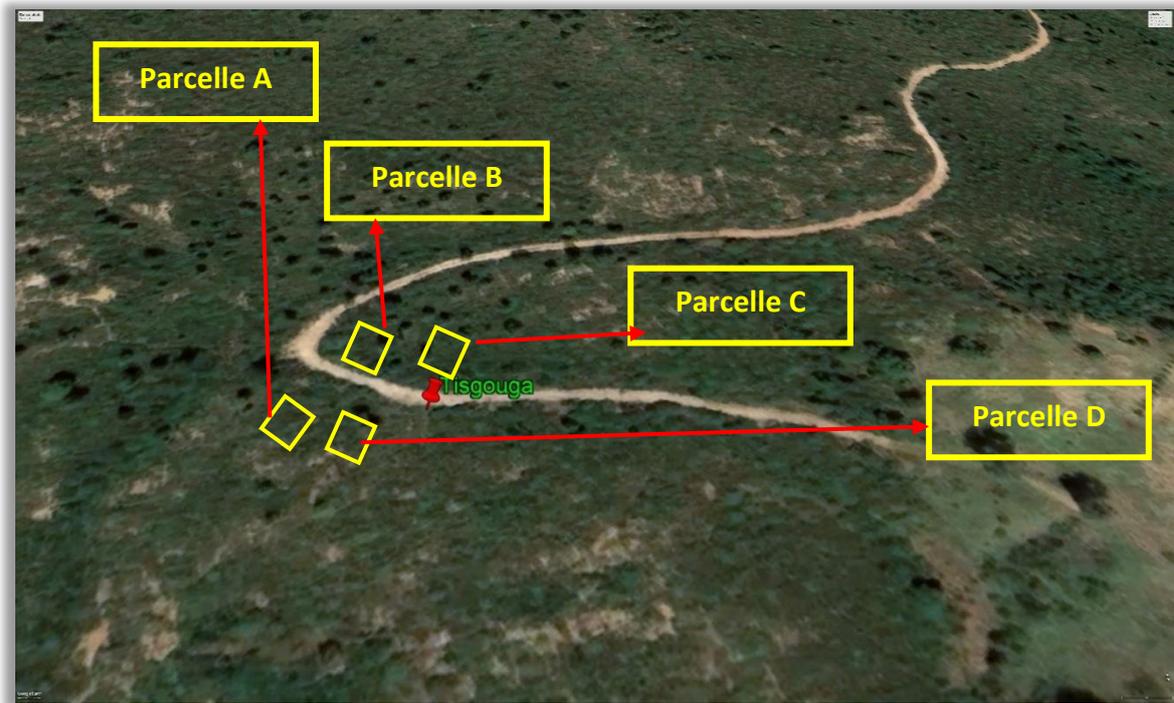


Figure 4.2 : Distribution des parcelles échantillonnées dans la station ST1 (TISGOUGA)

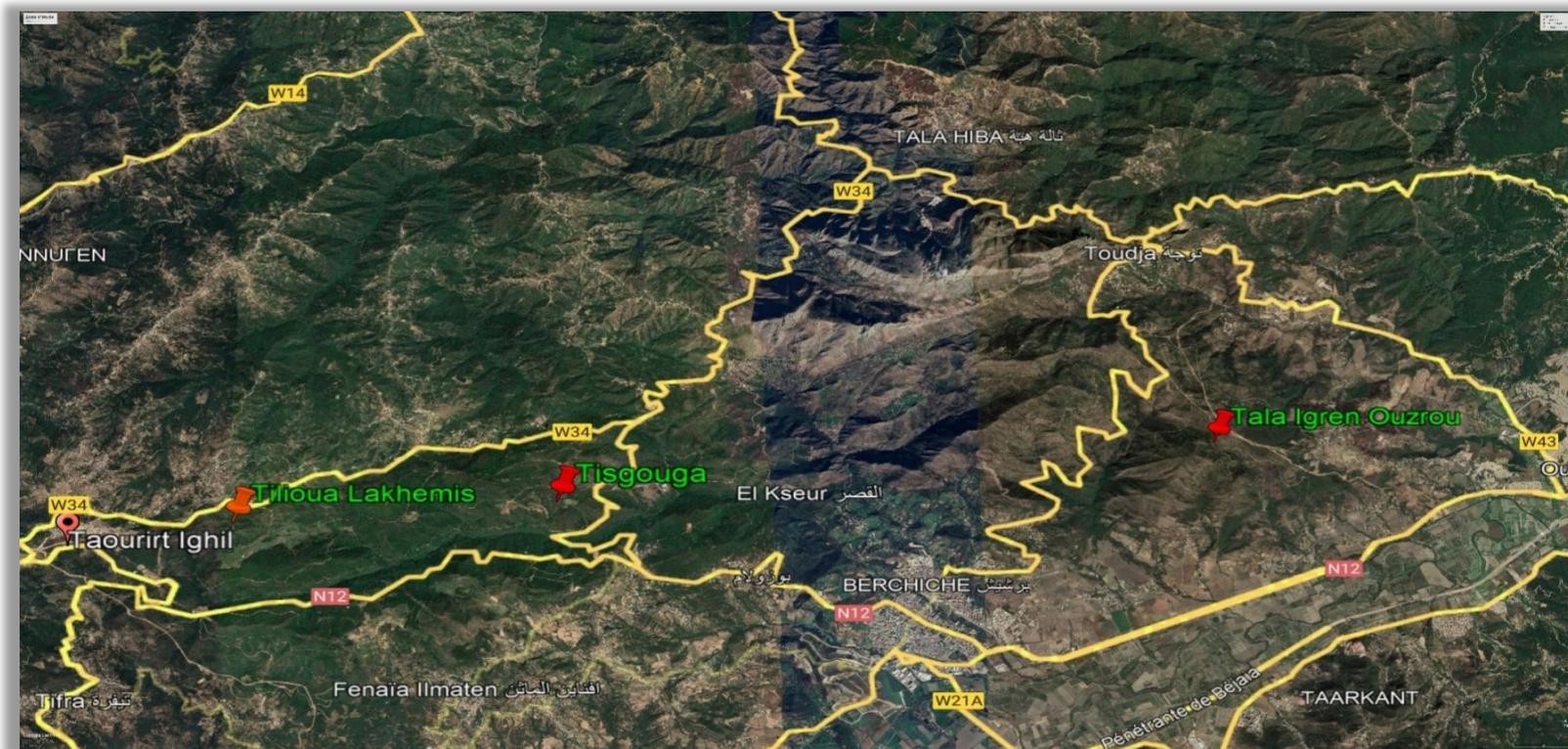


Figure 4.3 : Localisation des 03 stations d'échantillonnage dans la forêt domaniale de Taourirt Ighil

1.4. Mesures effectuées sur terrain

1.4.1. Taux de survie

C'est un paramètre important pour évaluer la réussite d'un projet. Il permet de quantifier le pourcentage des plants restés vivant, par un comptage exhaustif des plants mise à la terre selon leur présence dans les potets.

1.4.2. Hauteur totale (cm)

C'est la distance verticale séparant le pied du plant (à partir du collet) de son bourgeon terminal (Fig.4.1). La mesure de la hauteur nous renseigne sur l'importance de la complétion du milieu. Elle est mesurée à l'aide d'un Mètre Ruban de couture 1.5M.

1.4.3. Diamètre au collet (mm)

Il consiste à mesurer le diamètre au niveau de la zone de séparation (collet) entre le système racinaire et aérien, réalisé à l'aide d'un pied à coulisse numérique 150 mm avec une précision de 0,01 mm. (Fig.4.1).

1.4.4. Nombre de tige par plant

C'est le comptage du nombre de tiges par plant.

1.4.1.5. Nombre de branches

C'est le comptage du nombre de branches par plant.

1.4.1.6. Longueur du bourgeon terminal

1.5. Les résultats de l'échantillonnage :

Les résultats de l'échantillonnage effectué sur le terrain ont été enregistrés dans une fiche (tableau n°01, Annexe III). Cette fiche contient les valeurs des mesures obtenues pour chaque paramètre mentionné précédemment, en indiquant le site, la parcelle et la date des relevés de la zone d'étude.

1.6. Traitement Statistiques des données

Les données de chaque variable ont été soumises à une analyse de la variance à deux critères (ANOVA) (station et parcelle) en utilisant le logiciel Statview. Cette méthode permet la comparaison des moyennes des variables mesurées ont été effectués au seuil de 5 % par le test de Fisher.

2. Bilan reboisement

Dans le but de retracer les reboisements effectués dans la forêt domaniale de Taourirt Ighil, une évaluation des résultats a été réalisée en se basant sur les informations recueillies auprès de la conservation des forêts de Bejaia. Cette synthèse nous permettra d'obtenir une meilleure compréhension des conditions, des techniques et des mécanismes utilisés lors des opérations de plantation de chêne-liège. Le bilan obtenu nous aidera à identifier les facteurs probables qui ont contribué à l'échec des reboisements réalisés à Taourirt Ighil.

2.1. Bilan des reboisements au niveau de la Conservation des Forêts - BEJAIA- PNR (2000-2020)

Le bilan des reboisements dans la wilaya de Bejaia, dans le cadre du Plan national de reboisement (2000-2020), est présenté dans la figure (4.4). On constate que les opérations de reboisement n'ont commencé qu'à partir de 2000, et leur réalisation est restée très modeste par rapport aux objectifs prévus. La surface totale reboisée est estimée à 10058 hectares, alors que 45120 hectares étaient initialement prévus, ce qui représente seulement 22,3% du taux de réalisation prévu (tableau n°02, annexe III). Il est à noter qu'aucun reboisement n'a été effectué durant les années 2015, 2017 et 2018.

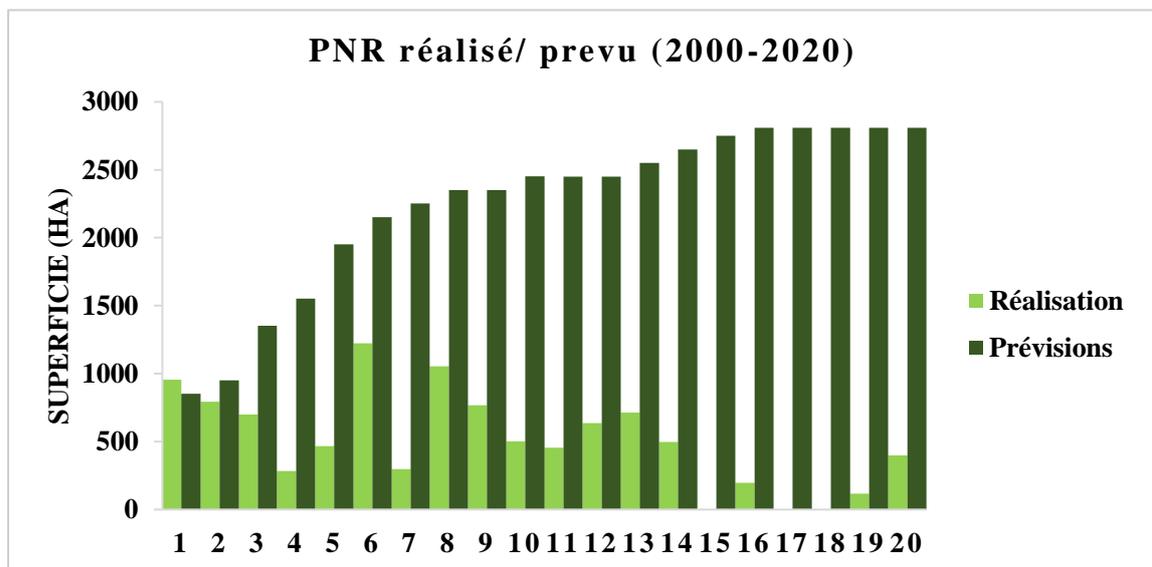


Figure 4.4 : Bilan de réalisation du Plan national de reboisement W. Bejaia (CFB,2023)

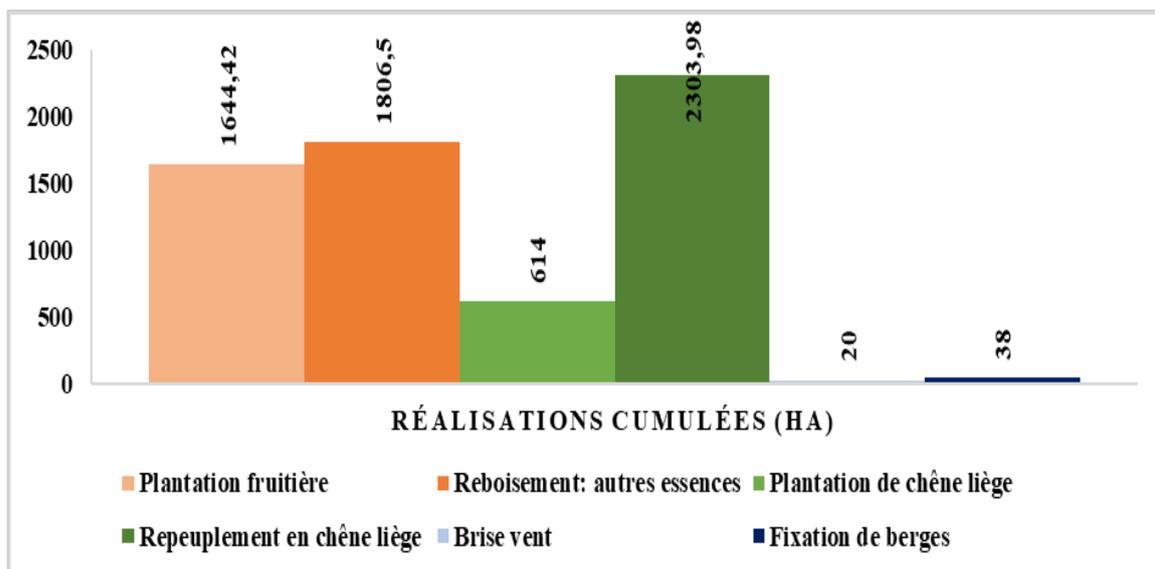


Figure 4.5: Répartition des reboisement PNR par type de plantation (CFB, 2023)

La surface reboisée du chêne-liège (plantation et repeuplement) (Figure 4.5) est estimée à 2917,98 Ha, dont 2303,98 Ha est destiné au repeuplement et 614 Ha sont des plantations. On observe une fluctuation du reboisement de chêne-liège d'une année à une autre. La plus importante surface reboisée est celle de 2009 avec 610 Ha (Tableau n°02, annexe III).

2.1.1. Bilan de réalisation du PNR au niveau de la Conservation des Forêts -BEJAIA- PNR (2000-2020)

De 2001 à 2020, plusieurs campagnes de reboisement de chêne-liège ont été réalisées dans la forêt domaniale de Taourirt Ighil, comme le montre le tableau (n°03) de l'annexe III. Cependant, on constate que le taux de réussite du reboisement du chêne-liège dans les différents cantons ne dépasse pas 55%. Cela est particulièrement le cas pour les opérations réalisées en 2020, dans les trois stations d'étude (Tisgouga, Tilioua Lakhmiss et Tala Igren Ouzrou), où le taux de réussite varie entre 3% et 30%. Selon les informations fournies par la CFB de 2023 (tableau IX), l'échec de réussite du reboisement est le résultat de plusieurs facteurs tels que le manque d'arrosage, les incendies, l'abandon des chantiers, le pacage, les rongeurs, etc. Ces facteurs réduisent les chances de survie des plants de chêne-liège après la première année de reboisement.

Tableau IX : Reboisements de chêne-liège réalisés au niveau des trois stations d'étude (CFB, 2023)

Année	Commune	Canton	Type de reboisement	Volume prévu	Volume réalisé	Taux de réussite (%)	Type de réceptifion	Observations	Contraintes rencontrées
2004	Taourirtighil	Tisgouga	Repeuplement chêne-liège	130	130	22,33	Définitive	Attaqué par le lièvre et porc épic Incendie En totalité	
2005	Taourirtighil	Tisgouga	Plantation chêne-liège	50	50	0	Résilié	Incendie en totalité	Incendie attaque par les rongeurs
2006	Taourirtighil	Tilioua el khemis	Repeuplement chêne-liège	75	75	53	Définitive	Incendie	Attaque par le lièvre et le porc épic
2020	Taourirtighil	TiliouaLakh mis	Plantation chêne-liège	20	20	3	En cours	N.M. (non mentionné)	Chantiers abandonnés
2020	Taourirtighil	Tisgouga	Plantation chêne-liège	40	12	7	En cours	N.M.	Chantiers abandonnés
2020	Toudja	Tala IgrenOuzrou	Plantation chêne-liège	N.M.	10	30	En cours	N.M.	Regarni non réalisé Binage et arrosage non effectués

2.1.2. Type de reboisement et techniques et étapes de plantation réalisée au niveau de la Forêt domaniale de Taourirt Ighil

2.1.2.1. Type de reboisement réalisée au niveau de la Forêt domaniale de Taourirt Ighil

Comme le montre la figure (4.6), les prévisions du Plan national de reboisement-Bejaia- (2000-2020) ont accordé une importance particulière au reboisement de production, avec une estimation de 23 000 hectares pour la période mentionnée (DGF, 2018). Ensuite, le reboisement de lutte contre l'érosion est prévu sur une surface de 12 600 hectares (tableau n°02 de l'annexe III).

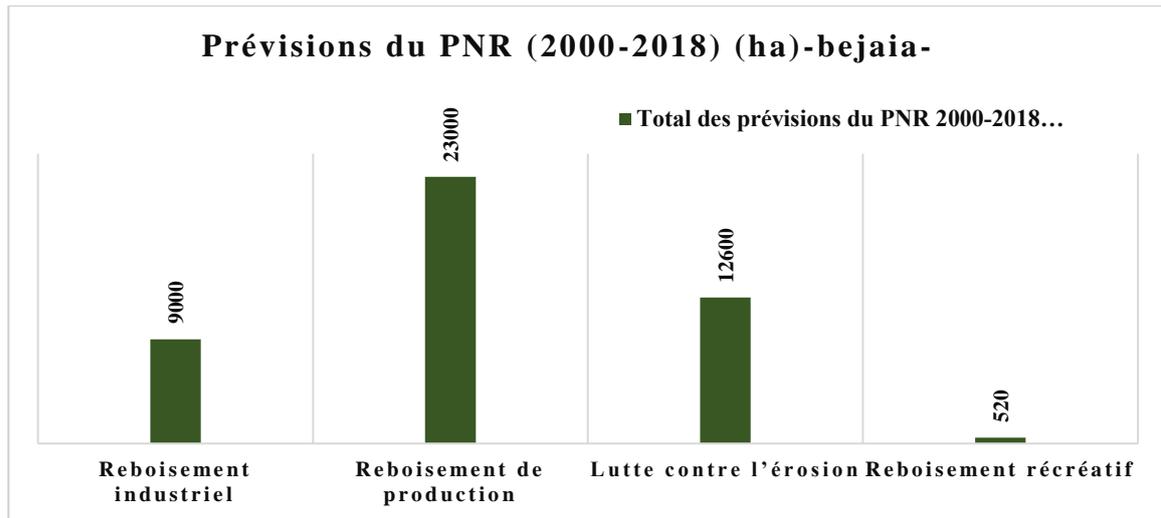


Figure 4.6 : Répartition des prévisions du PNR par type de reboisement (CFB,2023)

2.1.2.2. Techniques de plantation réalisées au niveau des trois stations d'études

Les techniques de plantation utilisées dans les trois stations d'étude sont choisies en fonction de la présence ou de l'absence d'arbres de chêne-liège, comme illustré dans la figure (4.7) Pour la station de Tilioua Lakhmis (St2), les photos satellitaires de Google Earth (figure 4.8) montrent que la méthode choisie est l'ouverture de potets en quinconce. Cette décision a été prise en raison de la répartition hétérogène des arbres adultes de chêne-liège et de chêne vert dans la zone. En revanche, pour les deux autres stations, Tisgouga (St1) et Tala Igren Ouzrou (St3), une préparation mécanisée du terrain a été réalisée avec la formation de bandes en lignes après un sous-solage du site, comme le montrent les photos fournies ci-dessous.



Figure 4.7 : Choix des techniques de plantation selon distribution des arbres de chêne-liège



Figure 4.8 : Photos satellitaires des trois stations d'étude

2.1.3. Etapes de réalisation des plantations réalisées au niveau de la Forêt domaniale de Taourirt Ighil

Pour concrétiser le plan national de reboisement (2000-2020) dans la wilaya de Bejaia, la Conservation des forêts lance chaque année un marché pour la réalisation des campagnes de reboisement. Un cahier des charges est établi, détaillant les différentes étapes que l'entreprise contractuelle doit suivre pendant la période de réalisation du projet.

Le tableau (n°04) de l'annexe III présente ces différentes étapes, subdivisées en 4 phases. Ces phases permettent de guider l'entreprise dans la réalisation du projet de reboisement, en assurant la production ou l'acquisition des plants, la préparation adéquate du terrain, la plantation des plants et enfin, l'entretien et la surveillance des plants pour assurer leur survie.

2.2. Evolution de la récolte du liège et de l'exploitation du bois dans la Wilaya de Bejaia

D'après la figure (4.9), on observe une diminution considérable de la récolte de liège entre 2015 et 2018, représentant seulement 4,5% de la récolte totale de liège en Algérie. De même, la production de bois (Figure 4.10) ne représente que 2% de la production totale en Algérie.

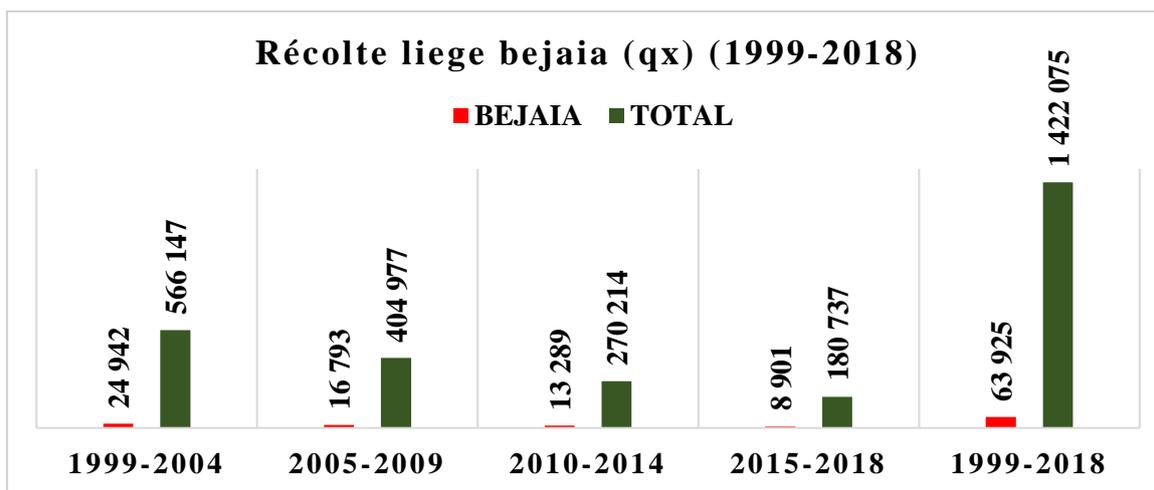


Figure 4.9 : Evolution de la récolte de liège dans la wilaya de Bejaia (DGF,2018)

Cette régression peut s'expliquer par la répétition des incendies qui ont sévi dans la wilaya de Bejaia, combinée à la récurrence de la sécheresse. La baisse des précipitations joue un rôle indéniable dans la croissance du chêne-liège. Ces facteurs ont donc impacté négativement la récolte de liège et la production de bois dans la région.

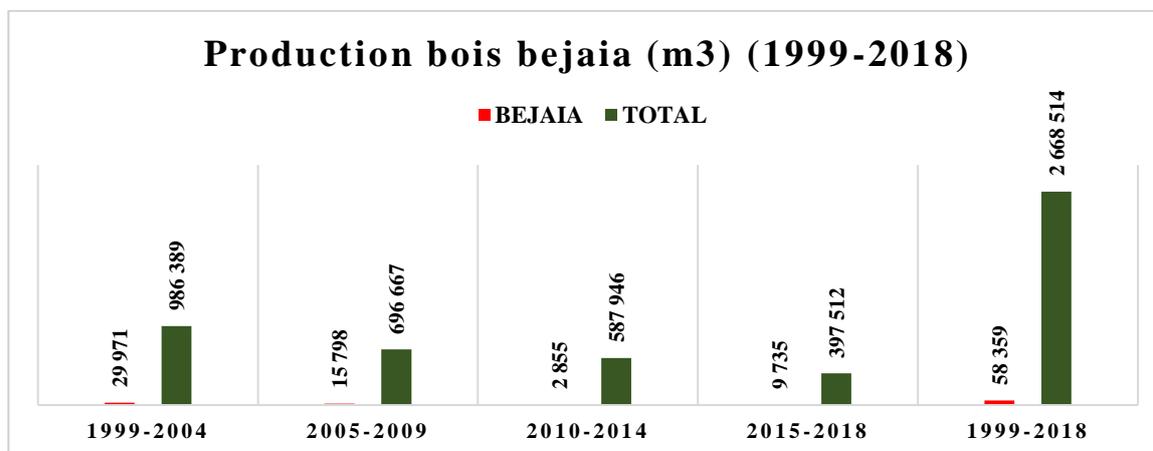


Figure 4.10 : Evolution de l'Exploitation du bois dans la Wilaya de Bejaia (DGF,2018)

2.3. Evolution des superficies incendiées à Bejaia et Taourirt Ighil

Au cours des dernières années, la wilaya de Bejaia a subi d'énormes pertes de couverture forestière, estimées à 53 781 hectares. Parmi ces pertes, on compte 25 888 hectares de forêt, 24 383 hectares de broussailles et 3 510 hectares de maquis, comme indiqué dans le (tableaux n°05 et n°06 de l'annexe III). Ces pertes sont principalement dues à de nombreux incendies qui ont touché plusieurs régions, notamment la forêt domaniale de Taourirt Ighil.

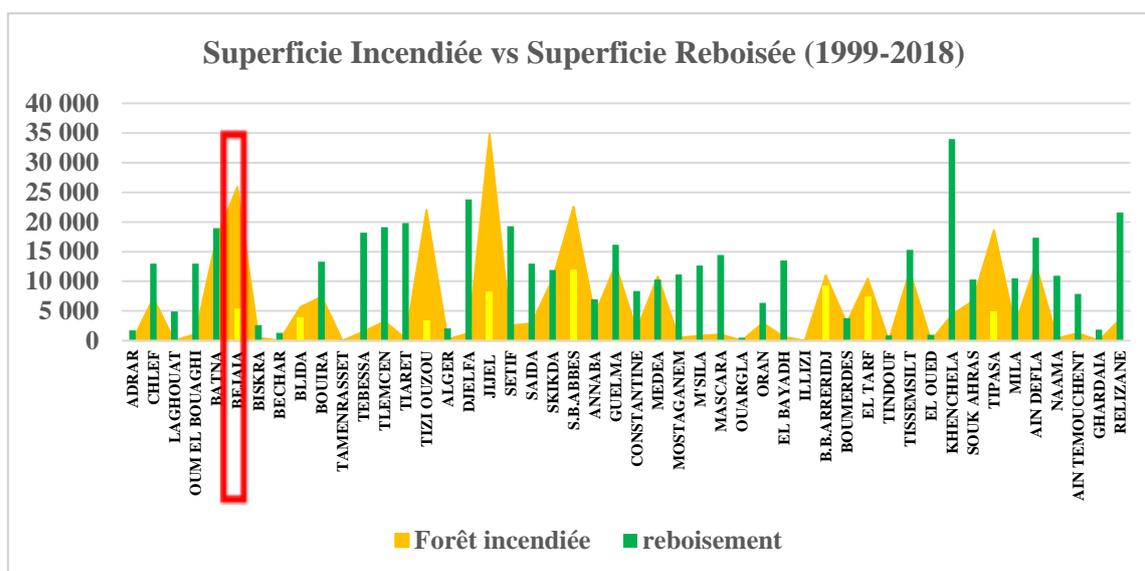


Figure 4.11 : Superficies incendiées et reboisées en Algérie (1999-2018) (DGF, 2018)

Selon la DGF (2018), les forêts de Bejaia sont classées parmi les plus vulnérables en termes de récurrence des incendies, comme le montre la figure (4.11). Cette vulnérabilité ne cesse d'augmenter avec l'accroissement démographique de la population locale. En effet, les figures (4.12) et (4.13) montrent une forte concentration de la population locale à une distance de 1000 mètres de la forêt domaniale de Taourirt Ighil.

Cette proximité des habitations avec la forêt augmente le risque de déclenchement d'incendies chaque année. Cela explique les pertes considérables de surfaces de chêne-liège, y compris les surfaces reboisées, principalement causées par les différentes activités anthropiques.

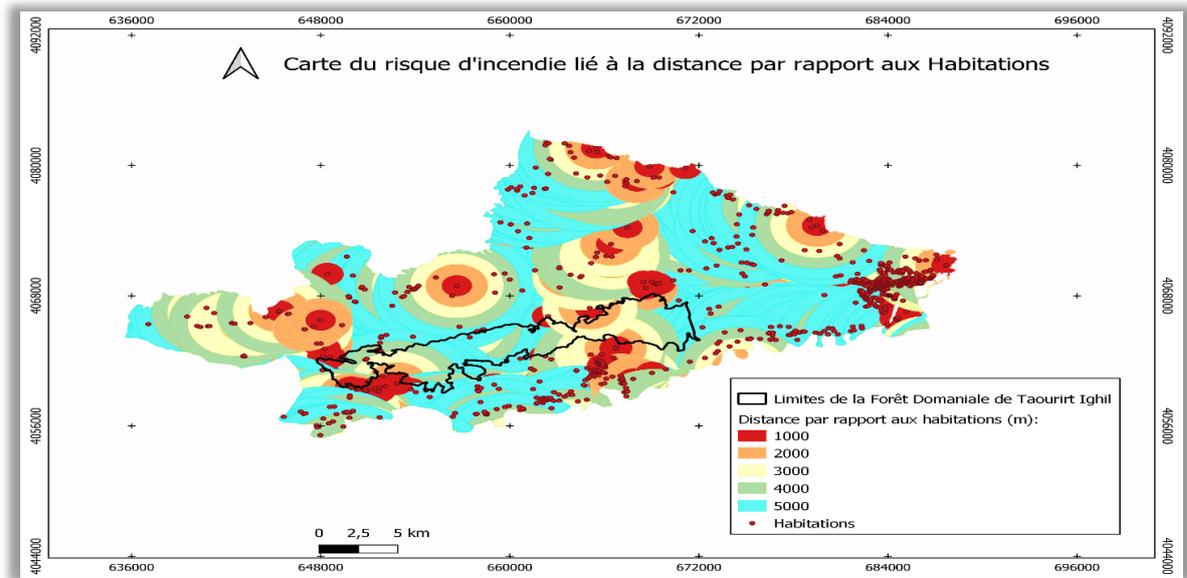


Figure 4.12 : Carte du risque d'incendies liés à la distance par rapport aux habitations

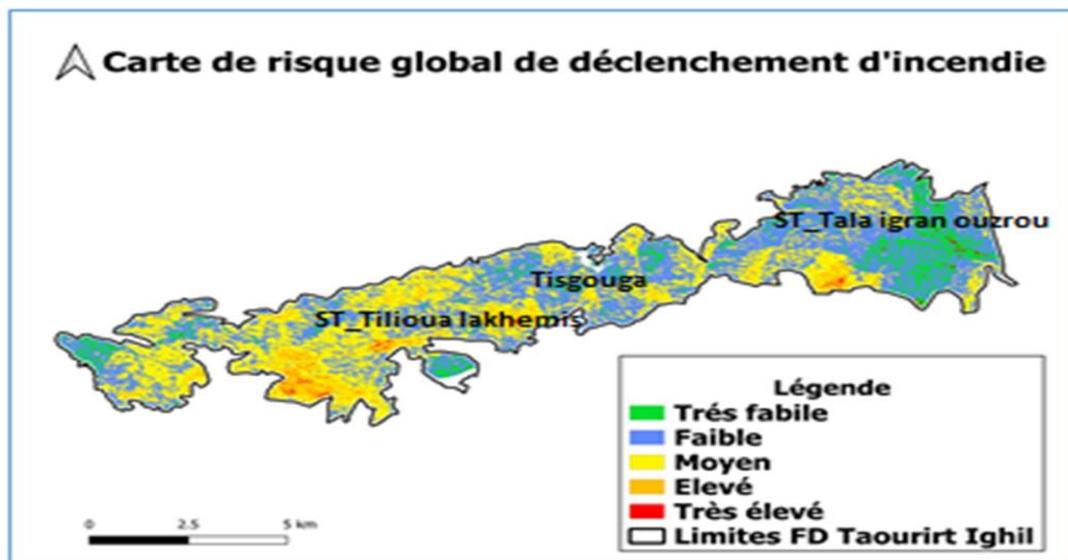


Figure 4.13 : Carte de risque global de déclenchement d'incendies

La figure (4.14) présente l'évolution des superficies incendiées annuellement dans la wilaya de Bejaia et dans la forêt domaniale de Taourirt Ighil pour la période de 2012 à 2022. On observe deux pics d'incendies en 2017 et 2021. En 2017, la superficie totale brûlée a été estimée à 6027,3 hectares, dont 2080,9 hectares de chêne-liège, selon la CFB (2023). En 2021, suite aux incendies sinistres qui ont touché la wilaya de Bejaia, y compris la forêt domaniale de Taourirt Ighil, la superficie brûlée a atteint 13 174,5 hectares, dont 7637 hectares de chêne-liège, selon la CFB (2023) (voir tableau n°05, annexe III). Ces

chiffres mettent en évidence l'ampleur des dégâts causés par les incendies, en particulier sur les surfaces de chêne-liège, dans la région de Bejaia.

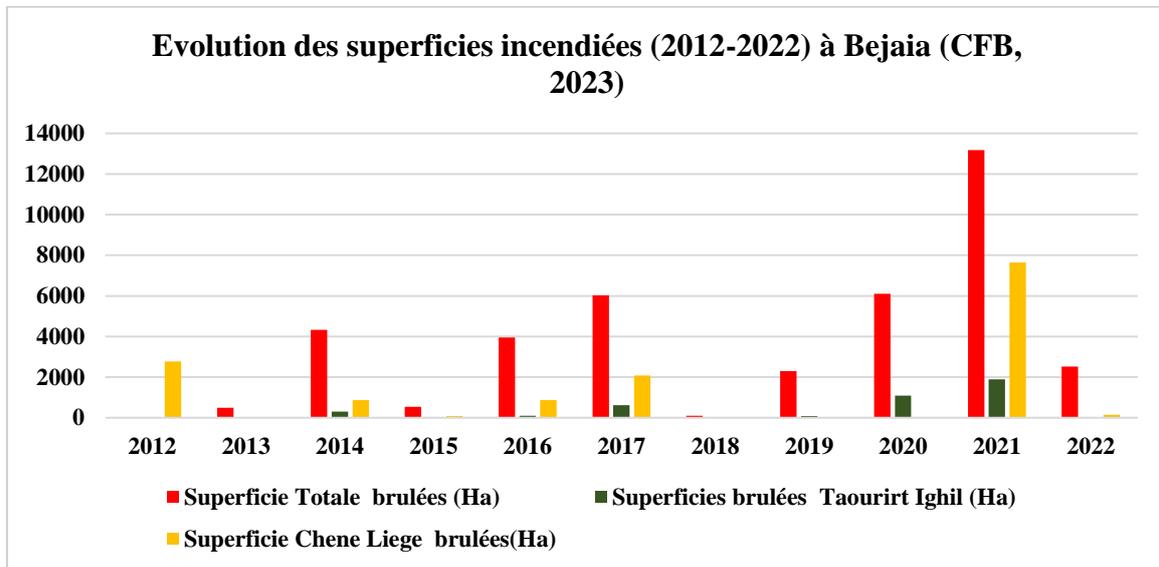


Figure 4.14 : Superficies incendiées dans la wilaya de Bejaia (2012-2022) (CFB, 2023)

Introduction

Le chêne-liège (*Quercus suber* L.) est l'une des essences forestières les plus importantes en Algérie. Depuis l'année 2000, la Direction Générale des Forêts (DGF) a pris conscience de la dégradation avancée de l'aire naturelle du chêne-liège et de ses peuplements productifs, ainsi que des pertes financières liées à la chute de la production de liège. Dans ce contexte, la DGF a mis en place un programme national de reboisement (PNR) ambitieux et prometteur.

Ce programme vise à réhabiliter la subéraie algérienne en encourageant la plantation de chêne-liège. Le travail actuel s'inscrit dans le cadre du suivi des reboisements réalisés à Bejaia. Il permet de fournir un aperçu des résultats obtenus après les plantations et de discuter des principales causes de l'échec enregistré.

L'objectif de ce suivi est d'évaluer l'efficacité du programme de reboisement, d'identifier les facteurs limitants et de proposer des solutions pour améliorer les résultats futurs. Il est essentiel de comprendre les raisons de l'échec des plantations afin de mettre en œuvre des mesures correctives appropriées et d'optimiser les efforts de reboisement dans la région de Bejaia.

En analysant les résultats du suivi, il sera possible de prendre des décisions éclairées pour améliorer la réussite des plantations de chêne-liège et contribuer ainsi à la préservation de cette essence forestière précieuse en Algérie.

Afin d'évaluer le reboisement effectué dans la forêt de Taourirt Ighil. Nous avons examiné trois paramètres de croissance : la hauteur totale, le diamètre au collet, le nombre de branches par plant, le nombre de tige par plant et la longueur du bourgeon terminal, dans trois stations différentes, à savoir Tisgouga (St1), Tilioua Lakhemis (St2) et Tala Igren Ouzrou (St3).

1. Paramètres mesurés sur le terrain

1.1. Taux de survie des plants

La réussite d'un reboisement dépend de nombreux facteurs, tels que les facteurs anthropiques, climatiques, génétiques et de gestion, la qualité des plants, etc. Le taux de survie des plants est considéré comme un premier indicateur pour évaluer la réussite du reboisement. Ce taux de survie correspond à la proportion de plants qui ont réussi par rapport au nombre total de plants mis en place.

Les résultats de l'étude montrent que le taux de survie moyen des plants varie selon les stations de reboisement. La station de Tisgouga a enregistré le taux de survie le plus élevé, avec 103,00 %. La station de Tilioua Lakhemis a quant à elle enregistré un taux de survie de 76,00 %, mais également le taux de mortalité le plus élevé, atteignant 128,00 %. Enfin, la station de Tala Igren Ouzrou présente un taux de survie de 57%.

Ces résultats sont illustrés dans la figure (5.1), qui représente la distribution des taux de survie et de mortalité par station de reboisement.

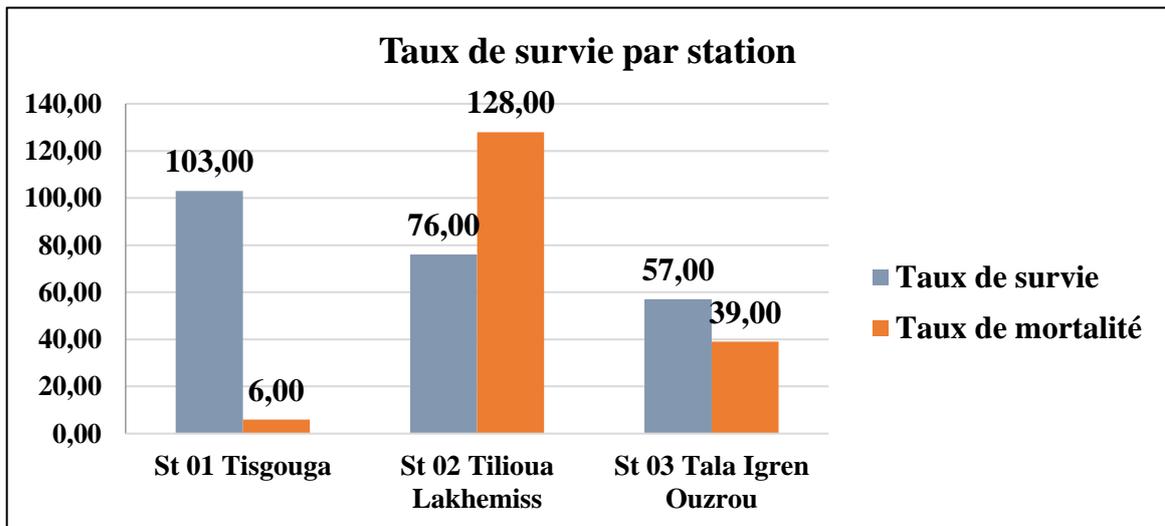


Figure 5.1: Distribution de taux de survie et de mortalité par station

Il est à noter que les valeurs du taux de survie et de mortalité obtenues dépassent 100 % dans les deux stations (St1 et St2) selon le tableau (X). Cela s'explique par le fait que le nombre de plants échantillonnés dans le cadre de notre étude pour une superficie de 0,16 hectare dépasse largement le nombre de plants prévus (100 plants pour 0,16 hectare équivalent de 625 plants par hectare) lors des opérations de reboisement réalisées par la

DGF. En particulier, dans la station St2 (Tilioua Lakhmis), nous avons échantillonné 204 plants pour 0,16 hectare, alors que seulement 100 plants étaient prévus. Ces plants ont été distribués en potets. Alors que selon notre synthèse bibliographique concernant la densité des plantations (voir chapitre II/ paragraphe II.2.3.2), il est préconisé d'adapter l'espacement entre les lignes et plants selon le type de terrain et la technique de plantation.

Tableau X : Nombre de plants échantillonnés par station

Nombre/Station	St 1 (Tisgouga)	St 2 (Tilioua Lakhmiss)	St3 (Tala Igren Ouzrou)	Superficie mesurée	Densité (prévue)	Densité réalisée
Plants vivants	103	76	57	0,16 Ha	625 plants/Ha	681,25 plants/Ha
Plants morts	6	128	39	0,16 Ha	625 plants/Ha	1275 plants/Ha
Total	109	204	96	0,16 Ha	625 plants/Ha	600 plants/Ha

La station de Tisgouga (St1) présente un taux de survie plus élevé en raison de plusieurs facteurs favorables. Tout d'abord, cette station a bénéficié d'une régénération assistée par plantation, utilisant la technique de sillons avec une préparation du sol mécanisée. Cette technique peut offrir un meilleur environnement pour la croissance des plants, en améliorant le drainage et en fournissant une meilleure rétention d'eau.

De plus, la station de Tisgouga a connu plusieurs opérations de reboisement antérieures. La première a eu lieu en 2004, ce qui signifie que les plants actuels ont eu plus de temps pour s'établir et se développer. De plus, une autre opération de reboisement a été réalisée en 2014, bien que la deuxième phase de regarni n'a pas été complètement terminée.

Ces facteurs combinés ont probablement créé des conditions plus favorables à la survie des plants dans la station de Tisgouga, ce qui explique son taux de survie plus élevé par rapport aux autres stations.

Il est important de noter que malgré l'absence de certaines mesures de protection selon les dispositions prévues dans le cahier des charges citées dans le tableau n°03 de l'annexe III, tels que le grillage de protection et le demi-en-défens, les plants de chêne-liège dans la station de Tisgouga ont été entourés d'un tuteur en bois et de brindilles sèches

(Figure 5.2). Cette mesure a permis de fournir un soutien aux plants et de les protéger contre les dommages causés par les animaux ou les intempéries.

De plus, il est également important de noter que la station de Tisgouga n'a enregistré aucun incendie depuis 2014. Les incendies peuvent causer des dommages considérables aux jeunes plants, compromettant leur survie. L'absence d'incendie dans cette station a donc été un facteur favorable pour la survie des plants de chêne-liège.



Figure 5.2 : Tuteurage des plants (branches en bois et brindilles sèches) (St1/ Tisgouga)

Dans la station de Tilioua Lakhemis (St2) (Figure 5.3), le reboisement a été réalisé en ouvrant des potets. Cependant, des problèmes ont été observés dans cette station, ce qui explique le taux de survie faible des plants.

Tout d'abord, il y a eu un abandon des chantiers, comme en témoigne la présence de 22 potets vides qui n'ont pas été plantés sur un échantillon de 50 plants dans la Parcelle D (Figure 5.4). Cela signifie qu'une partie des plants prévus n'a pas été plantée, ce qui a certainement contribué à la faible survie des plants dans cette zone.

En outre, il y a un manque d'entretien et de gardiennage dans cette station. L'entretien régulier des plants, y compris l'arrosage, est crucial pour assurer leur survie et leur croissance. L'absence d'arrosage peut avoir entraîné un stress hydrique chez les plants, les rendant plus vulnérables aux maladies et aux conditions défavorables.

De plus, la présence de facteurs tels que le pacage (brouillage) par les animaux et la présence de rongeurs peuvent également avoir contribué à la faible survie des plants. Les animaux peuvent endommager les plants en les broutant, tandis que les rongeurs peuvent s'attaquer aux racines et aux tiges des plants, entraînant leur mort.



Figure 5.3 : Potêts non plantes sur chantier de reboisement abandonné (St2/ Tilioua Lakhmis)

Dans la station de Tala Igren Ouzrou (St3), le sol a été préparé par labour en bandes linéaires, mais certaines zones ont été confrontées à un problème d'absence d'inclinaison des cuvettes des potets, ce qui a limité la rétention des pluies. De plus, il y a un manque d'entretien et de tuteurage dans cette station, ce qui a pu avoir un impact négatif sur la survie des plants.

La survie des plants dans les stations de Tilioua Lakhemis (St2) et de Tala Igren Ouzrou (St3) a été fortement impactée par la récurrence des incendies, notamment celui enregistré en 2021, qui a été particulièrement dévastateur.

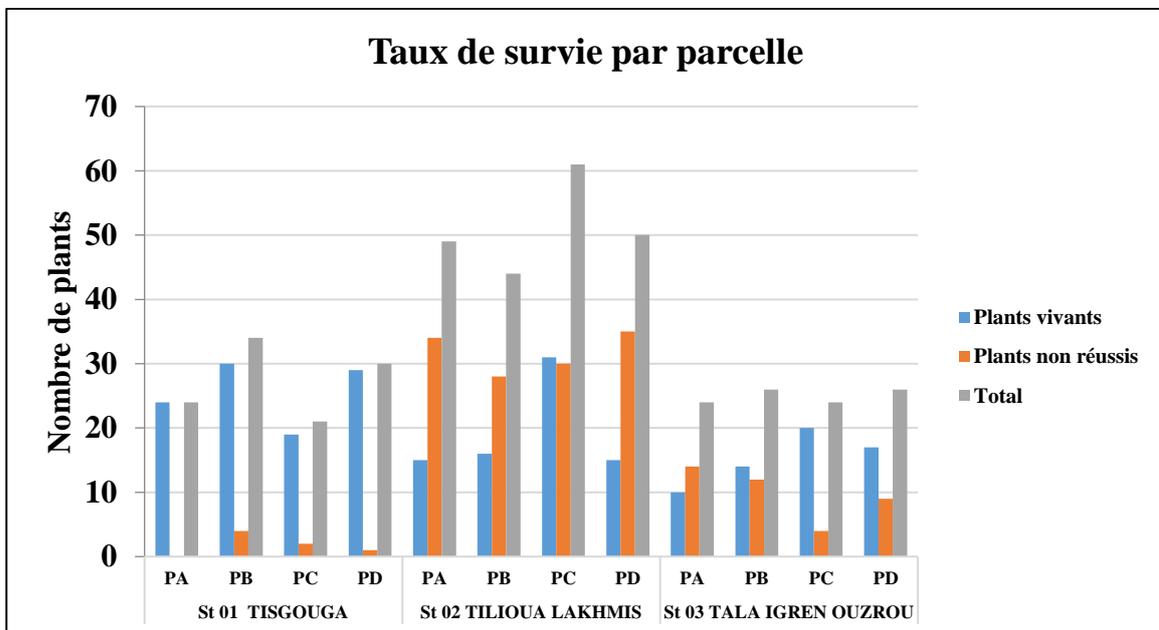


Figure 5.4 : Distribution du taux de survie et taux de mortalité par parcelle

La comparaison de nos résultats obtenus avec ceux effectués en 2011 par Massaoudene *et al.* (2011) pour Taourirt Ighil, qui a obtenu un taux de mortalité variant de 65% à 100%, nous permet de conclure que les travaux effectués en amont et en aval des opérations de plantations est essentiel à la survie des plants. En effet, les meilleurs résultats en matière de survie ont été obtenus dans les périmètres de plantation St1(Tisgouga) et St3 (Tala Igren Ouzrou), où il y a eu des travaux mécanisés avec une préparation du sol, contrairement à la station St2 (Tilioua Lakhmis) qui a enregistré le taux de mortalité le plus élevé (Tableau n°01, Annexe III).

Guetas *et al.* (2022) et Stiti *et al.* (2014), ont souligné que le rootage du sol et l'ouverture de sillons à une profondeur de 60 cm, permettent de réunir des conditions favorables au repeuplement en éliminant une partie de la concurrence du sous-bois, et favorisent l'infiltration des eaux. Selon Belghazi *et al.*, (2011), la profondeur du sable agit d'une manière significative sur le taux de réussite des plants, qui donne les meilleurs résultats sur les sables rouges. En effet, le taux de survie des plants et leur rapidité de croissance après plantation dépendent largement de leur capacité de régénérer de nouvelles racines (Sarir et Benmahioul, 2017), et aussi des conditions locales d'environnement et notamment des irrégularités du climat durant les premières années de la plantation (Varela, 2016). Cela explique le taux élevé de mortalité pour la plantation en potet, pour laquelle il n'y a pas eu des travaux du sol et l'absence d'un mode de plantation adapté à la variabilité topographiques et édaphiques des stations à reboiser.

En effet, les travaux d'Abdelhamid *et al.* (2019) sur l'effet du travail des trous de plantation ont mis en évidence une nette différence entre deux techniques de plantation : les trous mi-rebouchés et les trous totalement rebouchés. L'étude souligne les avantages des trous mi-rebouchés pour la croissance des plants, notamment pendant les périodes estivales. Ces trous permettent de retenir davantage d'eau lors des pluies, d'assurer un ombrage pendant la journée et de réduire l'exposition au soleil et à la chaleur. Ces avantages ont été observés dans les parcelles PA et PD de la station St1 (Tisgouga) ainsi que dans les parcelles PC et PD de la station St3 (Tala Igren Ouzrou) (Figure 5.5).

En revanche, en raison de l'absence d'inclinaison des trous des potets et des sillons, la retenue des pluies est entravée. De plus, la pente des espaces labourés favorise la perte en ruissellement des pluies et l'érosion des sols (voir tableau III).



Figure 5.5 : Trous de plantations rebouchés (pas de rétention d'eau)

On a observé la présence d'une végétation très dense dans la St1 (Tisgouga), notamment les parcelles PA et PD ou le taux de mortalité a été le plus faible, avec une abondance de *Cistus* sp. (34%), *Phyllirea* sp., *Arbutus* sp. Ce qui s'aligne avec les travaux de Vizinho et al. (2023), qui ont démontrés l'effet des microclimats topographiques sur la survie des plantations de (*Q. suber* L.) et le succès des reboisements, et suggère d'utiliser des arbustes en rangées à long terme, comme un abri pour les jeunes arbres de (*Q. suber* L.) (El Alami et al., 2023), et augmente la réussite des reboisements. Ce qui confirme nos résultats sur la survie des plants influencé par la densité du couvert arbustif. Cependant, des expériences menées par Caldeira et al. (2015) et Lecomte et al. (2022) sur l'effet de l'empiétement des arbustes sur les peuplements d'arbres, ont démontrés qu'ils peuvent avoir un impact concurrentiel élevé sur les arbres en diminuant leur disponibilité et leur utilisation de l'eau, notamment l'absorption de l'eau par les racines (Otieno et al., 2006).

1.2. Hauteur Totale

L'analyse de la variance de la hauteur totale moyenne (Tableau XI) des plants de chêne-liège en fonction des stations (St1, St2, St3) révèle qu'il existe des différences très significatives entre ces trois stations. La valeur de p est inférieure à 0,05 ($p < 0,0001$), ce qui indique que les moyennes de hauteur totale des plants sont réparties de manière inégale entre les stations. On observe une similarité entre les moyennes de hauteur totale des plants dans les stations de Tilioua Lakhemis (St2) et Tala Igren Ouzrou (St3) (Figure 5.6), tandis qu'il existe une nette différence entre ces deux stations et la station de Tisgouga (St1).

Cette similarité des deux stations (St2) Tilioua Lakhmis et (St3) Tala Igren Ouzrou s'explique probablement par l'effet de l'âge des plants, qui dans la station St2 et St3 ont été plantés approximativement dans la même année (2020).

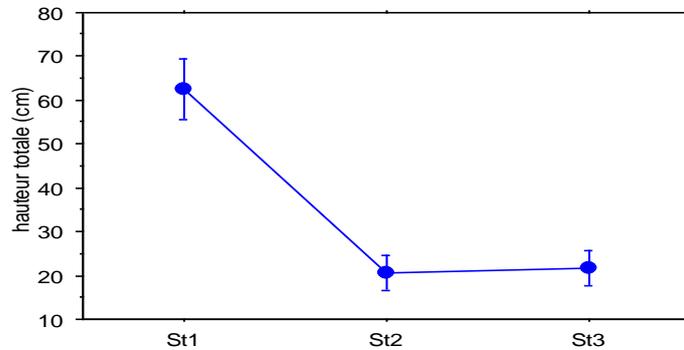


Figure 5.6 : Variation des moyennes de la hauteur (moyenne de la hauteur \pm Dév.Std.)

En raison de l'absence de données traçant l'âge des plants élevés en pépinière et les paramètres morphologiques les concernant lors de la mise à la terre, nous ne pouvons déterminer avec exactitude l'évolution de leur croissance (hauteur, diamètre, ...). Car selon Abdelhamid et *al.*, (2019), l'âge des plants peut avoir un effet sur le taux de reprise et le devenir du reboisement, qui est de 1.4 fois plus élevées pour les plants de neuf mois que pour ceux de trois mois.

Tableau XI : ANOVA par deux facteurs pour la hauteur totale des trois stations (Effet station)

	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p
STATION	2	138782,705	69391,353	81,163	<0,0001
RESIDUS	406	347114,159	854,961		

Tableau XII : Moyennes pour la hauteur totale dans les 03 stations (Effet station)

Station	Nombre	Moy.	Dév. Std	Err. Std
St1	109	62,477	35,675	3,417
St2	204	20,442	28,980	2,029
St3	96	21,646	20,307	2,073

(Moy. : Moyenne ; Dév. : Déviation ; Err. : Erreur ; Std : Standard)

L'analyse des moyennes de la hauteur totale dans les trois stations (Effet station), telles qu'indiquées dans le tableau (XII), révèle que la station de Tisgouga (St1) présente la moyenne la plus élevée de la hauteur totale, avec une valeur de 62,477 cm. Les stations de Tilioua Lakhemis (St2) et Tala Igren Ouzrou (St3) ont quant à elles des moyennes de hauteur totale de 20,442 cm et 21,646 cm respectivement. La moyenne élevée de la hauteur dans la station de Tisgouga (St1) peut être expliquée par la présence d'anciens plants provenant de précédentes opérations de reboisement, combinée à une densité élevée de couvert arbustif. Cette densité, en créant un effet d'ombre, a selon Abbassi et *al.* (2019) entraîné une augmentation significative du taux de croissance relative en hauteur des tiges des plants de chêne-liège.

En examinant les résultats des variations des moyennes de la hauteur (Effet parcelle) présentées dans la figure (Figure 5.7), on constate que les parcelles qui présentent les moyennes de hauteur les plus élevées sont les suivantes : PD (St1/Tisgouga) avec une hauteur de 77,79 cm, PC (St2/Tilioua Lakhemis) avec une hauteur de 30,41 cm, et PD (St3/Tala Igren Ouzrou) avec une hauteur de 27,42 cm.

La figure (5.7) révèle que dans la station de Tisgouga (St1), les moyennes de la hauteur les plus élevées sont observées entre les parcelles PA et PD, où l'exposition en pente est inférieure à 12,5% (Figure 5.8). Ces parcelles présentent également une densité végétale plus élevée par rapport aux parcelles PB et PC, qui ont une pente de plus de 25% et une densité moyenne. Le sous-bois dense et xérophile agit comme un facteur écologique en protégeant le sol et en maintenant sa fertilité, mais il peut également concurrencer l'espèce principale (Zeraia, 1982).

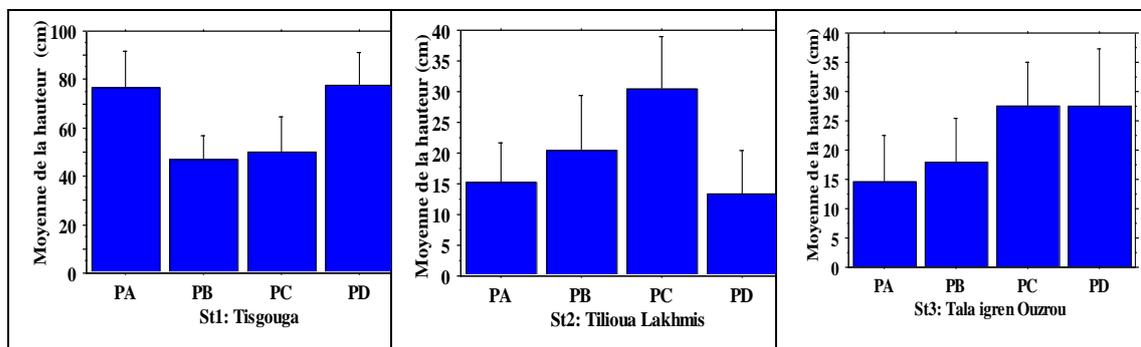


Figure 5.7: Variation des moyennes de la hauteur pour chaque station (Effet parcelle) (La moyenne \pm Dév. Std.)

L'inclinaison des plantations en sillons (Figure 5.8) a désavantagé la rétention d'eau de pluie dans les parcelles PB et PC, ce qui explique cette différence significative entre les parcelles situées en haut (pente accentuée) et les parcelles en bas. En effet, la pente semble accentuer les facteurs négatifs pour la croissance du chêne-liège (Costa et *al.*, 2008). Ritsche et *al.* (2021) soulignent que la culture mécanisée peut entraîner une augmentation de l'érosion des sols et avoir des effets néfastes à long terme sur leur fertilité.

La croissance en hauteur des plants de chêne-liège, en l'absence de tuteurage, est influencée par un phénomène qui joue un rôle dans le succès du reboisement dans les trois stations. Ce phénomène est appelé plagiotrophie et se manifeste par le pourcentage de plants rampants, qui est accentué en présence d'une forte densité de couverture arbustive (Figure 5.9).

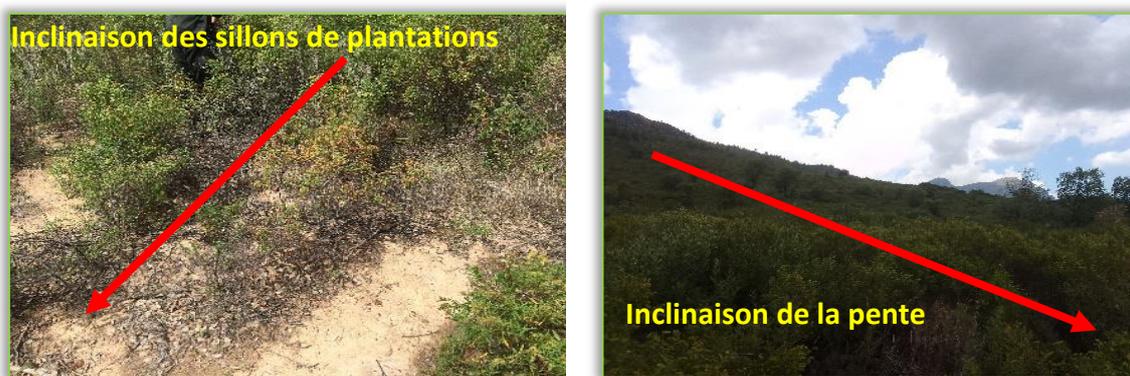


Figure 5.8: Variation de l'exposition en pente dans les parcelles de la station de Tisgouga (St1)

En effet, un plant est considéré comme plagiotrope s'il présente une largeur supérieure à sa hauteur. Dans ses travaux, Amandier (2014) souligne que pendant les six premières années, la majorité des plants sont plagiotropes, avec un pic atteint à trois ans après la plantation, où plus de 60% des plants sont de ce type. Six ans plus tard, ce pourcentage diminue à moins de 40%.

La pression intense exercée par le bétail dans la station St2 (Tilioua Lakhemis) aggrave considérablement la plagiotrophie, qui se traduit par la perte de la dominance apicale des plants (Stiti et *al.*, 2014). Pour remédier à cela, des recommandations ont été faites par Chaar et *al.* (2008), Nsibi et *al.* (2006), Varela et Amandier (2016), qui suggèrent d'enterrer le collet des plants lors de la plantation afin de favoriser leur croissance. Une

autre solution consiste à installer des abris-serre, qui offrent une excellente protection et favorisent la rectitude et le gainage des plants.



Figure 5.9 : Densité et effet ombrage du couvert arbustif

Selon Arbouche et *al.* (2008), Bouhraoua et *al.* (2014), Varela et Piazzetta (2014), il est nécessaire de clôturer les zones destinées à la régénération assistée et de garantir un arrosage régulier pendant la sécheresse estivale, ainsi que de protéger individuellement les plants au cours des premières années de leur vie dans les plantations de (*Q. suber* L.) Ces mesures contribueront à assurer la survie et la croissance optimale des plants.

1.3. Diamètre collet

Les résultats de l'analyse des (Tableau XIII), montrent qu'il existe des différences significatives entre les stations de Tilioua Lakhemis (St2) et Tala Igren Ouzrou (St3) par rapport à la station de Tisgouga (St1) en ce qui concerne le diamètre au collet des plants de chêne-liège. La valeur p est nettement inférieure au seuil de signification ($p < 0,05$), ce qui indique cette différence entre ces stations ($p < 0,0001$).

La station de Tisgouga (St1) enregistre la moyenne la plus élevée pour le diamètre au collet, avec une valeur de 18,28 mm (Figure 5.10). Cette station se distingue nettement des autres stations, qui ont des moyennes plus proches de 4 mm (Tableau XIV).

Tableau XIII : ANOVA par deux facteurs pour le diamètre au collet des trois stations (Effet station)

	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p
STATION	2	16086,934	8043,467	127,492	<,0001
RESIDUS	406	25614,558	63,090		

Tableau XIV : Moyenne pour le diamètre au collet dans les 03 stations (Effet station)

Station	Nombre	Moy.	Dév. Std	Err. Std
St1	109	18,282	12,234	1,172
St2	204	4,125	6,294	0,441
St3	96	4,039	3,849	0,393

L'examen de l'effet des parcelles sur le diamètre au collet au sein de chaque station révèle des résultats intéressants illustrés dans la figure (5.11). Dans la station de Tisgouga (St1), la parcelle PD se distingue avec la moyenne la plus élevée, atteignant 24,99 mm. Dans la station de Tilioua Lakhemis (St2), c'est la parcelle PC qui enregistre la moyenne la plus élevée, mais seulement avec 5,48 mm. De même, dans la station de Tala Igren Ouzrou (St3), la parcelle PC présente également une moyenne élevée, avec 5,39 mm (voir Tableau n°02, Annexe III).

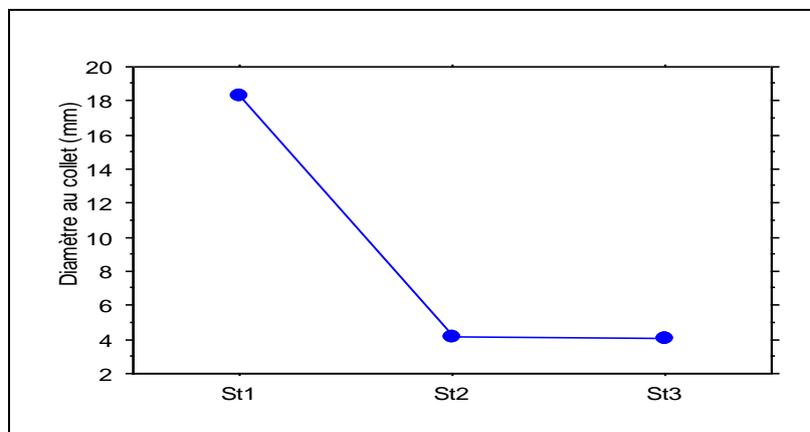


Figure 5.10 : Variation des moyennes du diamètre au collet (Effet station) (La moyenne \pm déviation standard)

Le diamètre au collet est un caractère morphologique important qui peut prédire au mieux la performance des plants après plantation (Piazzetta et al., 2014). Costa et al. (2001) ; Ennajah et al. (2010) soulignent l'influence très marquée sur l'épaisseur des cerne, notamment le rôle fondamental des précipitations printanières sur la croissance radiale du chêne-liège, ce qui explique cette variation des résultats entre les parcelles

(Figure 5.11) d'une même station, en sachant que les précipitations varient entre 942,76 mm (St3) à 1153,12 mm (St2) dans les trois stations suivant l'Altitude, la continentalité et l'exposition en pente.

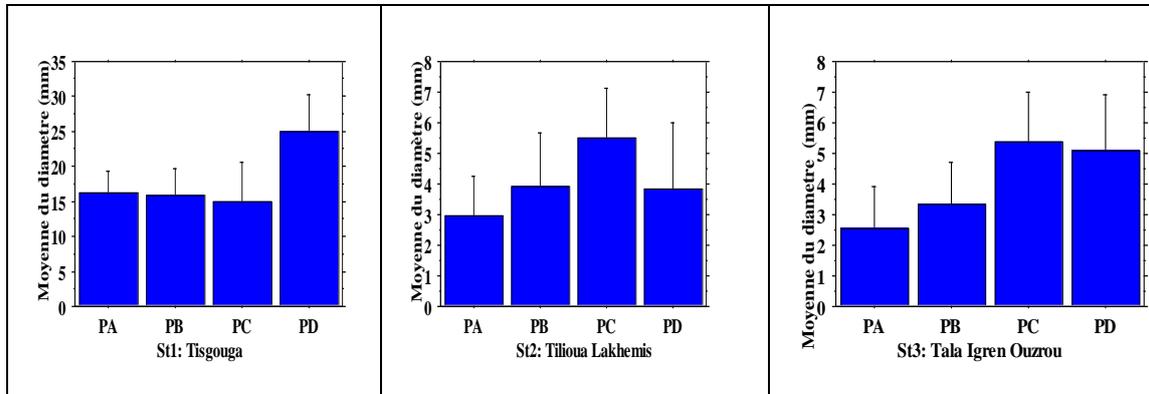


Figure 5.11 : Variation du diamètre au collet pour chaque station (Effet parcelle) (La moyenne \pm déviation standard)

Caritat *et al.* (1996) ont montré la forte sensibilité du phellogène aux facteurs climatiques : précipitations mensuelles et température moyenne.

Les résultats de Lecomte *et al.* (2022) révèlent que la croissance des arbres dans la plantation avec une densité d'arbres et une biomasse arbustive plus élevée, n'est pas affectée par l'élimination du sous-étage arbustif, mais plutôt par les sécheresses qui affectent gravement l'état hydrique des chênes-lièges (Caldeira *et al.*, 2015). Tandis que Abassi *et al.* (2019) ; Mechergui et Pardos (2016) ont démontrés dans leurs travaux que l'ombre induit un ralentissement du léger taux de croissance relative (TCR) au diamètre au collet sous l'effet d'un couvert arbustif, et un déséquilibre entre la croissance en hauteur et l'accroissement radial des tiges des plants de chêne-liège.

1.4. Nombre de tige par plant

L'analyse des résultats consignés dans le tableau (XV) en fonction des stations montre qu'il n'y a pas de différences significatives entre les trois stations avec une valeur de p (0,6778) est supérieure au seuil de risque de 5%, en ce qui concerne le nombre de tiges par plant.

En examinant les moyennes du nombre de tiges par plant dans chaque station, nous constatons que la moyenne est relativement similaire entre les stations. La station St1 (Tisgouga) a une moyenne de 1,037 tige par plant, la station St2 (Tilioua Lakhemis) a une

moyenne de 1,191 tige par plant, et la station St3 (Tala Igren Ouzrou) a une moyenne de 1,063 tige par plant. Les écarts-types et les erreurs standard associés à ces moyennes sont également indiqués dans le tableau (XVI).

Tableau XV : ANOVA par deux facteurs pour le nombre de tiges par plant des trois stations (Effet station)

	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p
STATION	2	2,107	1,054	0,389	0,6778
RESIDUS	406	1099,022	2,707		

Tableau XVI : Moyenne pour le nombre de tiges par plant dans les 03 stations (Effet station)

Station	Nombre	Moy.	Dév. Std	Err. Std
St1	109	1,037	0,816	0,78
St2	204	1,191	2,098	0,147
St3	96	1,063	1,186	0,121

Par contre, il est intéressant de noter que l'analyse par effet de parcelle au sein de chaque station révèle des différences significatives du nombre de tiges par plant dans la station de Tilioua Lakhemis (St2) (Figure 5.12), avec une valeur de p (0,0088) est inférieure au seuil de risque de 5%. En examinant la figure (5.13), nous pouvons voir que la parcelle PC (St2/ Tilioua Lakhemis) présente la moyenne la plus élevée en termes de nombre de tiges par plant, avec une valeur de 1,83 (Tableau n°03 de l'annexe III). Il est supposé que la série d'incendies récurrents dans la station St2 a considérablement favorisé le nombre de tiges par plant. Cela entraîne une forte dégradation de la forêt et affaiblit automatiquement les essences forestières (Rouibah et *al.*, 2018). Le piétinement du bétail et le surpâturage ont un impact négatif sur la régénération naturelle des jeunes après un incendie. Cette dégradation se manifeste par la présence d'asphodèles, qui sont considérés comme des bioindicateurs de post-dégradation des subéraies, ainsi que par une fréquentation accrue du bétail (Ritsche et *al.*, 2021).

Selon Amandier (2014), Guettas (2013) et Hasnaoui (1991), le chêne-liège a une excellente capacité à se régénérer à partir de souches après plusieurs incendies ou coupes. Naturellement, il a la faculté de sélectionner les 2 à 3 brins les plus vigoureux à l'âge d'environ quarante ans. Cependant, ce processus peut être accéléré par une combinaison de traitements sylvicoles à différents stades ou âges de développement du chêne-liège, ce qui

permet de stimuler la croissance des cépées et de constituer à l'avenir des peuplements productifs et exploitables (Rabhi et Guettas, 2022).

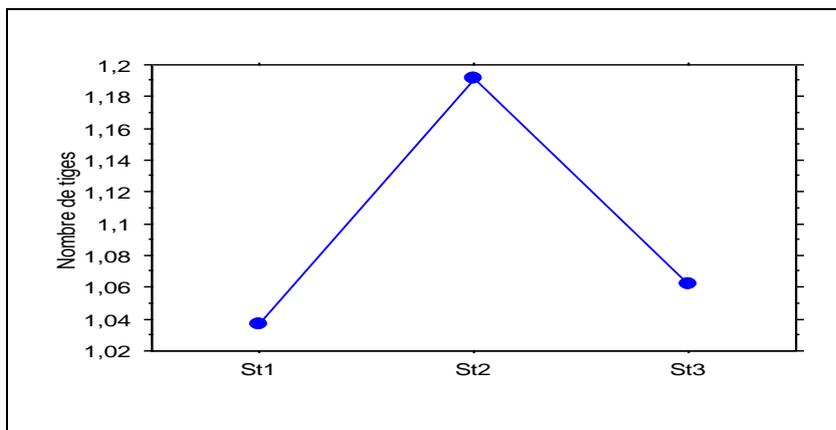


Figure 5.12 : Variation des moyennes du nombre de Tiges par plant (Effet station) (la moyenne \pm déviation standard)

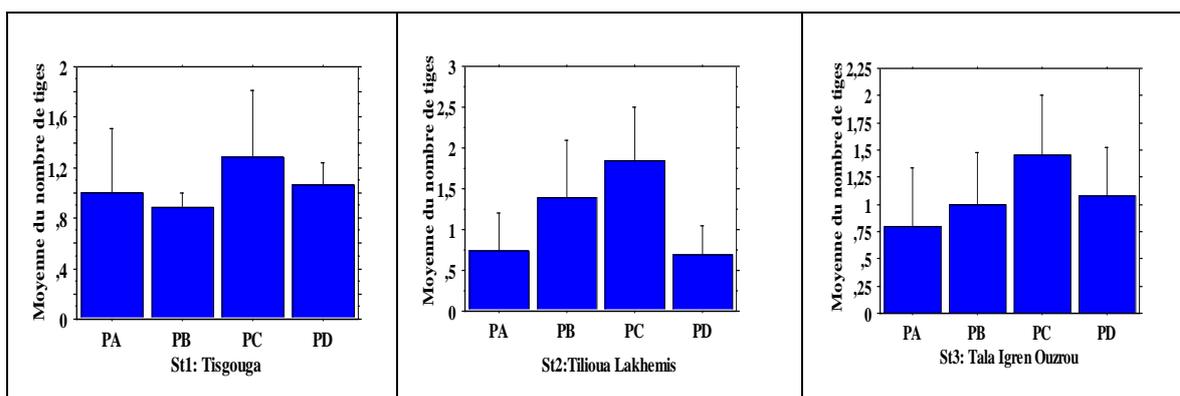


Figure 5.13 : Variation des moyennes du nombre de Tiges par plant pour chaque station (Effet parcelle) (La moyenne \pm déviation standard)

1.5. Nombre de branches par plant

L'analyse de la variance des moyennes du nombre de branches par plant dans les trois stations révèle des différences très significatives, avec une valeur de p obtenue (0,0001) est inférieure au seuil de signification $p < 0,05$ (Tab. XVII).

La station de Tisgouga (St1) enregistre la moyenne la plus élevée avec 17,88 branches par plant. Les stations de Tilioua Lakhemis (St2) et Tala Igren Ouzrou (St3) présentent des moyennes inférieures, avec respectivement 6,309 et 7,094 branches par plant (Tableau XVIII).

Tableau XVII : ANOVA par deux facteurs pour le nombre de branches par plant des trois stations (Effet station)

	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p
STATION	2	10286,674	5143,337	45,323	<,0001
RESIDUS	406	46073,150	113,481		

Tableau XVIII : Moyenne pour le nombre de branches dans les 03 stations (Effet station)

Station	Nombre	Moy.	Dév. Std	Err. Std
St1	109	17,881	13,664	1,309
St2	204	6,309	9,890	0,692
St3	96	7,094	7,980	0,814

La figure (5.14) montre que les moyennes du nombre de branches sont similaires entre les stations de Tilioua Lakhemis (St2) et Tala Igren Ouzrou (St3), tandis qu'il existe une nette différence entre ces deux stations et celle de Tisgouga (St1).

En examinant les résultats de l'analyse par effet de parcelles illustrés dans la figure (5.15), nous pouvons constater que la parcelle PD (St1/Tisgouga) présente la moyenne la plus élevée en termes de nombres de branches, avec une valeur de 26,83 (Tableau n°4, Annexe III).

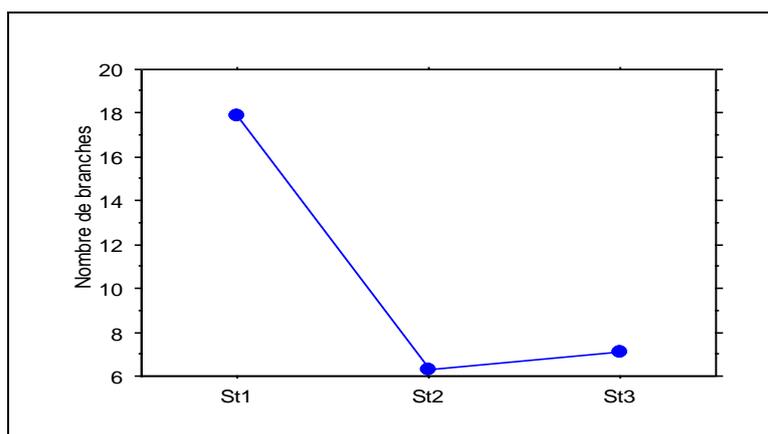


Figure 5.14 : Variation des moyennes du nombre de branches par plant (Effet station) (la moyenne \pm déviation standard)

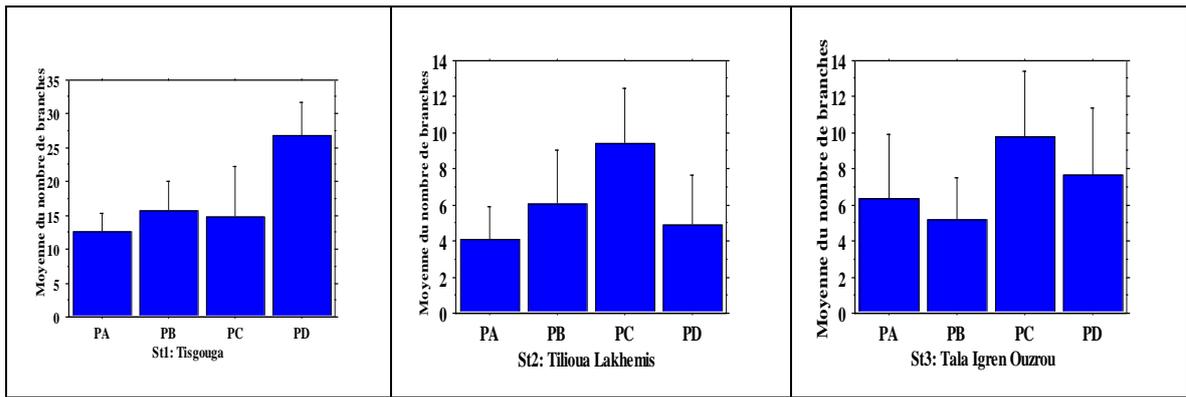


Figure 5.15 : Variation des moyennes du nombre de branches par plant pour chaque station (Effet parcelle) (La moyenne \pm déviation standard)

D'autre part, les parcelles PC dans les stations de Tilioua Lakhemis (St2) et Tala Igren Ouzrou (St3) présentent des moyennes similaires en termes de nombre de branches, avec des valeurs de 9,42 et 9,75 respectivement.

Ces résultats sont cohérents avec plusieurs études (Belghazi et *al.*, 2001 ; Mesli et *al.*, 2009) qui indiquent que le chêne-liège réagit comme une espèce forestière, sciaphile dans sa jeunesse, puis héliophile à l'âge adulte. En particulier, dans les zones où les cistes (*Cistus ladanifer*) ou les genêts (*Cytisu smultiflorus*, *C. scoparius*, *C. striatus*) prédominent, on observe les meilleures croissances (Piazzetta et Ovando, 2014).

1.6. Longueur du bourgeon terminal

L'analyse des résultats figurant dans le Tableau (XIX) montre qu'il existe des différences significatives entre les trois stations en ce qui concerne la longueur du bourgeon terminal. Cela se traduit par la valeur de p-value obtenue qui est inférieure au seuil de significativité ($p < 0,05$).

La station de Tisgouga (St1) présente la moyenne la plus élevée avec 2 cm pour la longueur du bourgeon terminal. Les stations de Tilioua Lakhemis (St2) et Tala Igren Ouzrou (St3) enregistrent des moyennes similaires, avec respectivement 1,02 cm et 1,39 cm. (Tableau XX).

Tableau XIX : ANOVA par deux facteurs pour la longueur du bourgeon terminal des trois stations (Effet station)

	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p
STATION	2	79,300	39,650	13,104	<,0001
RESIDUS	406	1228,490	3,026		

Tableau XX : Moyenne pour la longueur du bourgeon terminal dans les 03 stations (Effet station)

Station	Nombre	Moy.	Dév. Std	Err. Std
St1	109	2,083	1,876	0,180
St2	204	1,027	1,692	0,118
St3	96	1,396	1,678	0,171

En ce qui concerne les parcelles au sein de chaque station, il existe des différences légèrement significatives (Figure 5.16), notamment dans les stations St2 et St3.

Cela suggère qu'il peut y avoir des variations en fonction des conditions spécifiques de chaque parcelle, mais ces différences ne sont pas aussi prononcées que celles observées entre les stations (Figure 5.17).

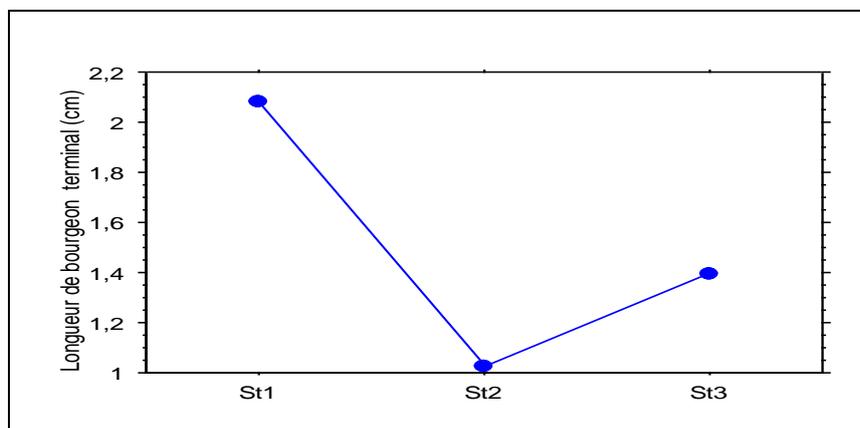


Figure 5.16 : Variation moyennes de la longueur de la croissance du bourgeon terminal (Effet station) (la moyenne \pm déviation standard)

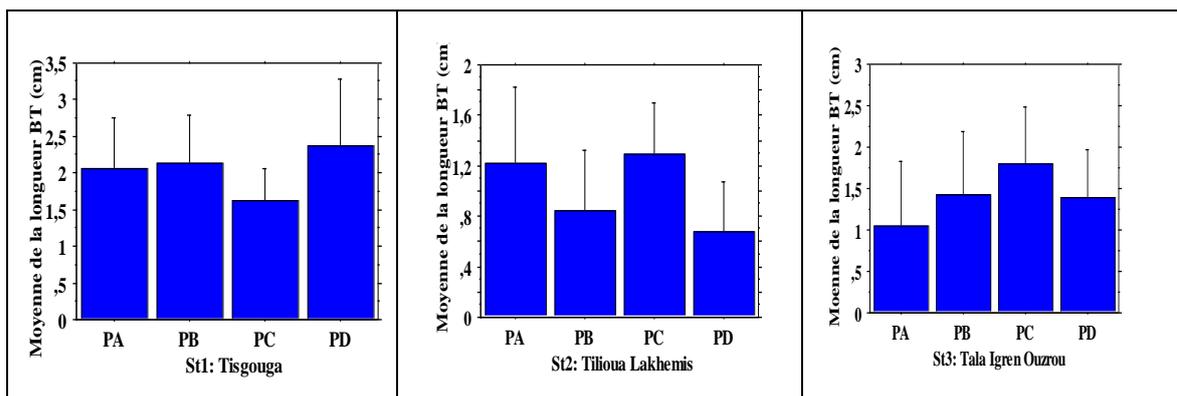


Figure 5.17 : Variation des moyennes de la longueur de la croissance du bourgeon terminal pour chaque station (Effet parcelle) (La moyenne \pm déviation standard)

Les effets du surpâturage se traduisent principalement par l'abrouissement du bourgeon terminal des jeunes plants, et selon Guettas et *al.* (2022), 28% des plants réussis présentent un bourgeon apical. Cela explique nos résultats concernant l'absence de plants sans bourgeons terminaux observés dans la station St2 de Tilioua Lakhemis. En effet, cette station est fréquentée de manière accrue par les éleveurs en raison de sa proximité avec les villages avoisinants. Contrairement aux deux autres stations, l'abrouissement du bourgeon terminal est lié à la présence de rongeurs tels que les lièvres.

Mechergui et Boussaidi (2018) suggèrent que l'installation d'abris-serres étanches et ventilés a montré une grande efficacité pour protéger les jeunes plants contre les dommages causés par les animaux et stimuler leur croissance en hauteur.

2. Facteurs probables de l'échec des reboisements

Ils sont nombreux et diversifiés, seuls les principaux seront cités dans le cadre de notre d'étude.

2.1. Incendies

Parmi les facteurs probables de l'échec des reboisements, les incendies sont l'un des principaux. Bien que le feu fasse partie intégrante de la dynamique des écosystèmes méditerranéens, il représente une menace grave, redoutable et dévastatrice pour le chêne-liège en Algérie (Benguerai et *al.*, 2019 ; Madoui, 2002 ; Meddour et *al.*, 2014 ; Meddour et *al.*, 2013), dont l'activité humaine est souvent responsable (Rouibah et *al.*, 2018). Malgré la résistance remarquable du chêne-liège, les dommages causés par les incendies sont

considérables (Pausas, 1997 ; Silva et Catry, 2006). L'analyse des informations relatives aux incendies de forêt a révélé que plus de 90 % des causes sont répertoriées comme inconnues (Belgherbi et *al.*, 2018).



Figure 5.18 : Sous-bois carbonaté après passage d'incendie à la station St2 (Tilioua Lakhmis)

En effet, dans notre zone d'étude, et spécifiquement dans la station de Tilioua Lakhemis (St2), nous avons observé une prédominance des arbres de chêne-liège et un sous-bois d'arbustes desséchés et carbonisés, résultant de répétitions d'incendies dévastateurs. Ces incendies ont causé des dommages non seulement aux arbres adultes producteurs de liège ayant subi l'opération de démasclage, mais aussi aux jeunes plantations de reboisement, avec des conséquences très graves comme illustré dans la figure (5.18) ci-dessus.

Comme l'illustre la figure (5.19), une régénération naturelle très forte par rejets a été observée pour le chêne-liège et le chêne vert dans la station St2 (Tilioua Lakhmis). Pausas et *al.* (1997) soulignent que, en Algérie, (*Quercus suber* L.) est le seul arbre capable de repousser à partir de bourgeons éplicormiques, ce qui lui permet de survivre après de graves dommages. Il convient également de souligner le rôle écologique crucial du recouvrement végétal au cours des premières années après l'incendie, en ce qui concerne la mobilisation des éléments nutritifs et leur stockage dans la biomasse (Ouadah et *al.*, 2016).



Figure 5.19 : régénération naturelle chêne-liège par rejets après passage d'incendie

2.2. Le climat

Le climat est un autre facteur probable de l'échec des reboisements en Algérie. En tant que partie du hot spot méditerranéen, l'Algérie est particulièrement vulnérable aux changements climatiques (Sahnoune et *al.*, 2013 ; Slimani et *al.*, 2021). Les températures dans des villes comme Tébessa, Constantine, Sétif et Béjaïa devraient connaître des extrêmes plus fréquents (Boudiaf et *al.*, 2020). Curt et *al.* (2020) suggèrent qu'il est important d'étudier le régime actuel des incendies en Algérie, car les changements en cours dans les paysages et le climat pourraient entraîner des changements de régime dans les décennies à venir.

Le tableau (n°5) de l'annexe III montre une augmentation d'environ un degré Celsius (1°C) des températures maximales et minimales annuelles au cours des dernières années dans la wilaya de Bejaia. Cela a également entraîné des modifications dans le régime des précipitations, avec une moyenne annuelle enregistrée de seulement 367,82 mm en 2022, tandis qu'en 2012, la moyenne annuelle était de 1373,41 mm. Selon Ennajah et *al.* (2010), la continentalité et les caractéristiques spécifiques des peuplements forestiers, notamment le facteur pluviométrique, influencent les réactions du chêne-liège au climat et sa croissance radiale pendant la saison sèche (Costa et *al.*, 2002). Cependant, la variation

génétique intra-espèce du chêne-liège et ses réponses plastiques à l'environnement peuvent étendre ou réduire l'aire de répartition prévue (Sampaio et *al.*, 2019 ; Ramirez-Valiente et *al.*, 2009).

2.3. La composition floristique (étage sous-bois)

En raison de l'augmentation des activités humaines et de la gestion limitée des combustibles forestiers, le sous-bois dense et xérophile joue un rôle écologique à double tranchant : il protège le sol et maintient sa fertilité, mais il entre également en compétition avec l'espèce principale (Zeraia, 1982). Cela a été observé dans la station de Tisgouga (St1), où l'on observe une dominance d'espèces xérophiles telles que *Arbutus unedo*, *Calycotome villosa*, *Cistus salvifolius*, *Cistus ladaniferus*, *Erica scoparia*, etc.

En effet, les espèces forestières qui composent la suberaie forment un sous-bois dense d'essences secondaires inflammables, notamment lors des périodes où souffle le "Sirocco", l'un des principaux vecteurs de propagation du feu (Belgherbi et *al.*, 2015).

2.4. Dépérissement du chêne-liège

Le dépérissement du chêne-liège est considéré par tous les chercheurs des régions subéricoles comme étant largement influencé par le changement climatique, bien que les causes indirectes ou directes du dépérissement soient multiples (Sbrescia, 2016). Ces phénomènes climatiques extrêmes, tels que les périodes de sécheresse prolongées et récurrentes, combinées aux incendies répétés, ont contribué à la dégradation et au dépérissement des suberaies (Piazzetta et *al.*, 2014).

C'est le cas de la station de Tilioua Lakhmis (St2), où l'on observe des excroissances sur les feuilles et les bourgeons des arbres adultes et juvéniles de chêne-liège, principalement causées par les piqûres des galles du chêne, comme le montre la figure (5.20) selon la DGF (2023). Selon Bouhraoua et Villemant (2007), le déficit foliaire est un indicateur acceptable pour évaluer l'état de santé d'un arbre forestier, y compris le chêne-liège.



Figure 5.20 : Les excroissances de la galle du chêne-liège dans la station (St2) Tilioua Lakhmis

2.5. Techniques de plantations et Traitements sylvicoles

La gestion au cours des premières étapes des plantations de peuplements de chêne-liège est cruciale pour assurer sa durabilité et sa survie à long terme (Lecomte et *al.*, 2022). La survie du chêne-liège dépend de nombreux facteurs qui interagissent dans un environnement stationnel variable et hétérogène. Ennajah et *al.* (2013) et Ritsche et *al.* (2021) soulignent l'importance de prendre en compte l'adaptation aux conditions du milieu lors du choix des provenances de chêne-liège pour les nouvelles plantations, en tenant compte des spécificités topographiques locales et des types d'occupation du sol. Cependant, selon Louro (1999), les faibles taux de réussite du chêne-liège sont dus à des techniques inappropriées de pépinière et de plantation, ainsi qu'à l'utilisation de matériel génétique moins souhaitable.

Stiti et *al.* (2014) ont démontré qu'il est préférable d'éviter les plantations au printemps (avril et mai), car les plants n'ont pas suffisamment de temps pour s'établir avant la sécheresse estivale. Cette conclusion est également partagée par Aouadi et *al.* (2010), qui soulignent la nécessité d'adopter différentes variantes de plantation et de les entretenir in situ, notamment par des mesures de protection et des arrosages adaptés, en particulier la

première année (voire la deuxième), afin d'éviter les échecs constatés lors des programmes précédents.

Cependant, la plupart des campagnes de reboisement réalisées dans la forêt domaniale de Taourirt Ighil, comme indiqué dans le tableau (Tab. 2, annexe IV), n'ont pas suivi ces recommandations. Sur les trois stations d'étude, seule la plantation réalisée dans la station de Tisgouga (St2), dans la parcelle A, a bénéficié d'un tuteur en remplacement d'une serre de protection.

L'absence de travaux sylvicoles après les plantations a favorisé le développement excessif d'un couvert arbustif dense, ce qui entrave la régénération naturelle, augmente la sensibilité des peuplements aux incendies de forêt et la rend plus difficile.

La forêt domaniale de Taourirt Ighil a bénéficié d'une politique de réhabilitation du chêne-liège dans le cadre du Plan National de Reboisement (PNR) de 2000 à 2020. Cette initiative comprenait un programme de reboisement sur une période de 20 ans, visant à restaurer et développer les peuplements de chêne-liège grâce à des actions spécifiques de régénération naturelle et de plantation.

La forêt de Taourirt Ighil a également été sélectionnée comme site pilote dans le cadre du projet "Réhabilitation et développement durable intégré des paysages de production de forêts de chêne-liège en Algérie", cofinancé par le Fonds Mondial pour l'Environnement (FEM) et mis en œuvre par la FAO en partenariat avec la Direction Générale des Forêts (DGF). Ce projet vise à réhabiliter les écosystèmes de chêne-liège, améliorer les pratiques de gestion forestière, renforcer les capacités des acteurs locaux et promouvoir le développement économique et social des communautés forestières.

Cette initiative offre une opportunité importante pour développer une stratégie globale de réhabilitation de la subéraie à Taourirt Ighil, en s'appuyant sur les meilleures pratiques et les enseignements tirés d'autres régions méditerranéennes. Elle contribuera à renforcer la résilience des écosystèmes forestiers et à promouvoir le développement durable dans la région.

Cette étude constitue une contribution à l'analyse des reboisements de chêne-liège effectués dans la forêt domaniale de Taourirt Ighil. Ces reboisements ont été confrontés à divers obstacles qui n'ont malheureusement pas donné les résultats escomptés, entraînant ainsi un échec.

L'objectif de notre étude était de comprendre les résultats obtenus après les plantations de chêne-liège et les contraintes qui en découlent. Nous avons réalisé un bilan physique et évalué les caractéristiques morphologiques des reboisements effectués afin d'identifier les principaux facteurs qui entravent la réussite de ces opérations.

Les résultats de cette étude ont révélé que sur la période de 2000 à 2020, 17 opérations de reboisements, comprenant des plantations et des repeuplements, ont été réalisées dans la forêt domaniale de Taourirt Ighil. Ces opérations ont permis de boiser une

superficie totale de 400 hectares en chêne-liège, représentant ainsi 18,2% de la surface totale reboisée.

Ainsi, L'évaluation des paramètres morphologiques des plants de chêne-liège dans les trois stations étudiées a révélé que le taux de survie des plants dépend de plusieurs facteurs directs et indirects. Ces facteurs incluent parmi d'autres les caractéristiques des glands, les aptitudes écologiques des zones reboisées, la qualité des plants eux-mêmes, ainsi que les techniques de plantation utilisées. Ces facteurs interagissent à différentes échelles pour influencer le taux de survie des plants de chêne-liège.

Les travaux d'échantillonnage réalisés dans la forêt domaniale de Taourirt Ighil ont permis d'observer des variations dans le taux de survie des plants en fonction des différentes stations étudiées. La station de Tisgouga a présenté le taux de survie le plus élevé, tandis que les stations de Tilioua Lakhmis et Tala Igren Ouzrou ont enregistré des taux de mortalité élevés. Ces différences peuvent être attribuées à des facteurs tels que la surdensité de plantation, la présence d'un couvert arbustif dense, les conditions climatiques favorables, ainsi que les contraintes telles que l'abandon des chantiers de reboisement, les dégâts causés par les animaux, la sécheresse, les incendies, la qualité des plants et l'absence de protection.

L'analyse des résultats a également souligné l'importance des étapes de réalisation des plantations, en particulier les techniques de plantation utilisées. Des facteurs tels que la préparation mécanisée du terrain, l'inclinaison des bandes de plantation et la densité de plantation ont joué un rôle déterminant dans la survie et la croissance des plants de chêne-liège. Cependant, l'absence d'informations sur l'origine des glands utilisés pour produire les plants limite la capacité à discuter de l'effet de cette provenance sur le succès des reboisements.

Malgré les contraintes identifiées, des observations dans la station de Tisgouga ont montré l'impact probable des microclimats topographiques sur la croissance et la survie des plants de chêne-liège. Des contraintes telles que la qualité insuffisante des travaux d'entretien après la plantation, le choix inadapté des techniques de plantation et un suivi insuffisant ont également été identifiées.

Dans l'ensemble, l'étude a révélé plusieurs facteurs qui ont contribué à l'échec des reboisements, tels que les incendies récurrents et le climat défavorable. Les incendies ont

causé des dégâts importants et ont entravé la régénération naturelle des peuplements. Il est donc essentiel de prendre en compte ces différents facteurs lors de la planification et de la mise en œuvre des reboisements afin d'améliorer les chances de réussite et d'adaptation des plants de chêne-liège aux conditions spécifiques de chaque station.

Cela souligne la nécessité d'élaborer une stratégie pour garantir le succès des reboisements de chêne-liège et de préserver le patrimoine existant. Cette stratégie doit faire l'objet d'une réflexion approfondie, en intégrant les compétences scientifiques et techniques nécessaires pour tirer des enseignements des expériences menées dans la région méditerranéenne en matière de subéri-culture. Ces enseignements seront utiles pour réussir les futurs programmes de reboisement.

L'établissement d'un programme planifié à court, moyen et long terme, pour la réhabilitation de la subéraie à Taourirt Ighil, doit être continue et non conjoncturelle (Messaoudene et *al.*, 2011), et doit prendre en considération le contexte social et les conditions écologiques actuelles.

Pour cela, nous évoquerons quelques perspectives qui pourront potentiellement contribuer à la réussite de toute stratégie de reboisement :

Perspectives pour la réussite d'une stratégie de reboisement :

- Sélection appropriée des provenances des glands en fonction des conditions climatiques actuelles et suivi de l'adaptation des plants de chêne-liège provenant des pépinières.
- Choix d'une densité optimale adaptée aux sites en tenant compte de la pente, de la flore et de la typologie des sols.
- Prise en compte des perturbations du sol et de la matière organique après les incendies avant toute opération de plantation.
- Utilisation de sillons mécanisés pour favoriser la rétention des pluies et éviter l'érosion.
- Début de la plantation dès les premières pluies d'octobre et arrêt à la fin du mois de décembre.

- Respect des dispositions du cahier des charges du projet de reboisement.
- Engagement d'un programme de recherche appliquée pour améliorer les techniques sylvicoles et de régénération.
- Recépage et dépressage des brins sur les souches pour les arbres démasclés.
- Entretien réguliers (taille, élagage, binage, désherbage) pour réduire la concurrence végétale et favoriser la croissance des plants.
- Élaboration d'études pour une gestion durable de la subéraie existante et future.
- Établissement d'un inventaire et d'une cartographie des peuplements de chêne-liège existants.
- Étude de la dynamique du chêne-liège face aux essences concurrentes.
- Prise en compte des effets des aléas climatiques dans la stratégie de reboisement et de réhabilitation de la subéraie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abassi M., Zouaoui R., Mguis K., Youssef A., Bejaoui Z., 2019. Réponses morpho-physiologique et anatomique de jeunes plants de chêne liège (*Quercus suber*. L) face aux effets de l'ombre et du stress hydrique. Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology, 61 (6), Volume 61 (6). Published January, 01, 2019, p 3899-3913. E-ISSN 2286-5314. www.jnsciences.org

Abdelguerfi A., Laouar M., Abbas K., M' HammediBouzina M., Madan I T., 2012. Development of agro forestry areas i n Northern Algeria to improve pastoral production. CIHEAM, 2012. p. 319-322 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 102). <http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=6935>

Abdedelhamid G., Dahmani J., Elantry S., El Gharbaoui M., El Harchaoui El H., Ouajdi M., 2019. Évaluation de deux parcelles de régénération artificielle de chêne-liège (*Quercussuber* L.) après vingt-cinq ans de plantation dans la forêt de la Maâmora « Canton E ». J. Bot. Soc. Bot. France 87, 109-121 (2019). <https://www.persee.fr/>

Acacio V., Holmgren M., 2014. Pathways for resilience in Mediterranean cork oak land use systems. Annals of Forest Science (2014), © INRA / Springer-Verlag France 2012, p 5-13. DOI 10.1007/s13595-012-0197-0. <https://hal.science/hal-01098324/document>

Acacio V., 2009. The dynamics of cork oak systems in Portugal: the role of ecological and land use factors. Wageningen University, Wageningen, NL (2009) With references, with summaries in Dutch and English, 210 p. ISBN 978-90-8585-504-0. <https://core.ac.uk/>

Acacio, V., M. Holmgren, F. Moreira, and Mohren G. M. J., 2010. Oak persistence in Mediterranean landscapes: the combined role of management, topography, and wildfires. Ecology and Society 15(4): 40, 15 p. <https://www.jstor.org/s>

Acacio V., Holmgren M., Rego F., Moreira F., Mohren Godefridus M. J., 2009. Are drought and wildfires turning Mediterranean cork oak forests into persistent shrublands? Agroforest Syst (2009) 76: 389–400 p. DOI 10.1007/s10457-008-9165-y. <https://www.researchgate.net/>

Adair P., Lazereg M., Bouzid A., Ferroukhi S. A., 2022. L'agriculture algérienne : l'héritage du Passé et les défis contemporains. Les cahiers du cread -vol. 38 - n° 03 – 2022, Pages 413-440. <https://www.asjp.cerist.dz/>

Adjami Hachemi Rachedi Y., 2016. Étude des facteurs du dépérissement du chêne-liège dans les subéraies de l'Est Algérien. Thèse de Doctorat en Ecologie Animale, 256 p. Université Badji Mokhtar, Annaba., 2016. <https://biblio.univ-annaba.dz/>

Ajar, D., Dassa, C., Gougeon, H., 1983. L'échantillonnage et le problème de la validité externe de la recherche en éducation. Revue des sciences de l'éducation, 9(1), Pages 3–21. <https://doi.org/10.7202/900396ar>.<https://www.erudit.org/fr>

Alatou D., Younsi S., Chouiel M., Kanouni M., Benderradji M.E., 2007. Essai De La Régénération Assistée Du Chêne-liège (*Quercus suber* L.) : Par Semis Direct Et Par Transplantation. Annales de la Recherche Forestière en Algérie Volume 9, Numéro 1, Pages 48-63 2007-12-21 <https://www.asjp.cerist.dz/>

Amandier L., 2014. Régénérer la suberaie des Maures (France) ? Forêt Méditerranéenne, 2014, XXXV (2), Pages 123-136. Fhal- 03556598. <https://www.foret-mediterraneenne.org/fr>

Amghar F., Forey E., Langlois E., Brouri L., Margerie P., 2021. Rehabilitation of Algerian rangelands: effects of *Atriplex canescens* plantation on biodiversity, soil physico-chemical parameters and soil surface elements. (ed.), Araba A. (ed.), Chentouf M. (ed.). *Efficiency and resilience of forage resources and smallruminant production to cope with global challenges in Mediterranean areas*. Zaragoza : CIHEAM, 2021. p. 163-167 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 125). <http://om.ciheam.org/om/pdf/a125/00007991.pdf>

Aouadi A., Khaznadar M., Aouadi H., 2010. La relance du chêne-liège dans le Plan national de reboisement en Algérie -. Forêt Méditerranéenne, 2010, XXXI (1), pp.45-54. Hal-03556234. <https://www.foret-mediterraneenne.org/>

Arabi M., 2021. La lutte contre l'érosion en Algérie : De la défense et restauration des sols (DRS) à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, 9(4) (Décembre 2021) p. 657-665. <https://www.agrimaroc.org/>

Arbouche F., Arbouche R., Arbouche H. S., Arbouche Y., Yakhlef H., 2008. Evaluation des pâturages forestiers : Cas de la strate herbacée sous chêne liège du Nord Est Algérien. *Livestock Research for Rural Development*, 2 pages, 20 (3) 2008.

Aronson J., Pereira J.S., Pausas J.G., 2009. *Cork Oak Woodlands on the Edge. Ecology, Adaptive Management, and Restoration.* Society for Ecological Restoration International, 352 pages. Editorial Board, Island Press, 1718 Connecticut Avenue NW, Suite 300, Washington, DC 20009, USA. <https://www.uv.es/jgpausas/corkoak/cork-oak-book.pdf>

Arosa M.L.G., 2015. The decline of cork oak woodlands: biotic and abiotic interactions in Portuguese montados. Thèse de Doctorat, Department of Life Sciences University of Coimbra Coimbra, 191 pages, 2015.

Baptiste O., 2020. Optimisation du parcours intra-parcellaire pour l'échantillonnage en production végétale. Génie des procédés. Montpellier SupAgro, 140 pages, 2020. Français. <https://theses.hal.science/tel-04075935>

Bellefontaine R., Malagnoux M., Ichaou A., 2012. La Grande Muraille Verte Capitalisation des recherches et valorisation de savoirs locaux. Techniques forestières et innovations dans les opérations de reboisement. Editions, IRD Institut De Recherche Pour Le Développement © IRD, 2012 ISBN : 978-2-7099-1738-p443.

Belghazi B., Azzahiri M., Amhajar M., Benziane M., 2001. Régénération artificielle du chêne-liège dans la forêt de la Maamora (Maroc). *Forêt méditerranéenne* t. XXII, n°3, novembre 2001, 253-261 p. <https://www.foret-mediterraneenne.org/fr>.

Belghazi B., Badouzi M., Belghazi T., Moujjani S., 2011. Semis et plantations dans la forêt de chêne-liège de la Maâmora (Maroc) -. *Forêt Méditerranéenne*, 2011, XXXII (3), pp.301-314. Hal-03556192. <https://www.foret-mediterraneenne.org/fr>

Belgherbi B., Benabdeli K., 2015. Quelle stratégie pour la préservation des formations de *Quercus suber* (Chêne liège) en Algérie occidentale tellienne ? What strategy for safeguarding the forests of *Quercus suber* (Cork oak) in n Western Tellian Algeria? - *Geo-Eco-Trop.*, 2015, 39, 1: 87-100 p. <https://www.geoecotrop.be/>

Benabdeli K., 2013. Quels préalables pour asseoir une stratégie de reboisement des subéraies en Algérie ? Journées d'Études sur : La Réhabilitation des Subéraies Incendrées et Reboisements Tlemcen les 16 et 17 Janvier 2013. <http://www.rencontre-medsuber.com/>

Benabdeli K., Sitayeb T., Benguerai A., 2015. Les actes du Med Suber 1 : 1ère Rencontre Méditerranéenne Chercheurs Gestionnaires-Industriels sur la Gestion des Subéraies et la Qualité du liège. Les 19 et 20 octobre 2009, Université de Tlemcen, pp : 54-66 Quelle stratégie pour la préservation des formations de chêne lège (*Quercus suber* L.) en Algérie occidentale tellienne ? <http://www.rencontre-medsuber.com/>

Benamirouche S., 2020. Essai d'amélioration de la qualité des plants de chêne liège (*Quercus suber* L.) élevés en pépinière : implications pour la régénération artificielle de l'espèce. Doctorat En Sciences Agronomiques, p 155. <http://dspace.ensa.dz/>

Benguerai A., Benabdeli K., Harizia A., 2019. Forest Fire Risk Assessment Model Using Remote Sensing and GIS Techniques in Northwest Algeria. *Acta Silv. Lign. Hung.*, Vol. 15, Nr. 1 (2019) 9–21. DOI :10.2478/aslh-2019-0001.

BNDER, 1993. Etude d'aménagement des forêts domaniales de Bouhatten et TaourirtIghil. Bureau National des Etudes Forestières. Wilaya Bejaia. Phase II : étude de milieu.

Bennadja S., Belair (De) G., Chefrour A., 2007. Essais de régénération artificielle par semis de la subéraie de Numidie orientale. *Forêt Méditerranéenne*, 2007, XXVIII (1), pp.15-26. Hal-03565330. <https://www.foret-mediterraneenne.org/fr>

Benoit De CoignacG., Alexandrian D., 1979. Techniques de reboisement en région méditerranéenne. *Forêt méditerranéenne*, t.I, n°1, 1979, p.37-42. <https://www.foret-mediterraneenne.org/>

Bensaid S., Hamimi S., Tabti W., 1998. La question du reboisement en Algérie. Unité de recherches sur les zones arides. *Sécheresse* n°1, vol.9, 9(1) : 5-11. Mars 1998. <https://www.jle.com/fr/>

Bensaid S., GasmiA. ;Benhafied I., 2006. Les forêts d'Algérie, de Césarée la romaine à ce jour. *Forêt méditerranéenne*. XXVII, n° 3, septembre 2006, 274-267 p. <https://www.foret-mediterraneenne.org/fr/>

Ben-Said M., Ghallab A., Berrad F., Aouadi A., Asraoui F., El Alami El Moutaouakil M., 2022. Caractérisation d'un périmètre de reboisement de pinède en vue de proposition des essences les plus appropriées, cas du Jbel Zemzem (Nord-ouest, Maroc). *Revue Nature et Technologie* Volume 14, Numéro 2, Pages 42-60 2022-06-30. <https://www.researchgate.net/>

Bensaid S., 1995. Bilan critique du barrage vert en Algérie. Unité de recherches sur les zones arides, centre de recherches scientifiques et technique sur les régions arides, *Sécheresse* n°3, vol.6, septembre 1995, p. 247-255-. <https://www.jle.com/fr/>

Benseghir Boukhari L.A., Argilier C., Falconnet G., Raymond V., 2006. Amélioration des techniques de production hors-sol du chêne-liège : conteneurs et substrat. *Ann. Rech. For. Algérie.*2006, p. 9-21. <https://www.asjp.cerist.dz/>

Bensouiah R., 2004. Politique forestière et lutte contre la désertification en Algérie. Du barrage vert au PNDA. *Forêt méditerranéenne* t. XXV, n° 3, novembre 2004, pp.191-198. Ffhal-03564528. <https://www.foret-mediterraneenne.org/fr/>

Berriah A., 2015. Les reboisements de chêne-liège dans l'Ouest Algérien : bilan et perspectives d'amélioration. Thèse de Magister en Foresterie, Pages 140. Université Abou Bakr Belkaïd - TLEMCCEN -<http://dspace.univ-tlemcen.dz/handle/112/7235>.

Bouchaour-Djabeur S., Merabet E.,2015. Effet du substrat sur la croissance et le comportement des jeunes plants de chêne liège (*Quercus suber* L.) élevés en pépinière (Région de Tlemcen). -Les actes du Med Suber 1 : 1ère Rencontre Méditerranéenne Chercheurs-Gestionnaires-Industriels sur la Gestion des Subérais et la Qualité du liège. Les 19 et 20 octobre 2009 – Université de Tlemcen, pp : 124-131. <http://www.rencontre-medsuber.com/>

Bouderrah M., Zine El Abidine A., Bounakhla A., Lamhamedi M. S.Zouahri A., MounirF., 2017. Qualité morpho-physiologique des plants de chêne-liège, *Quercus suber* L., produits dans des pépinières forestières au Maroc. *Bois et forêts des tropiques*, 2017, n° 333 (3) : p.31-42. <https://revues.cirad.fr/>

Boudiaf B., Dabanli I., Boutaghane H., Şen Z., 2020. Temperature and Precipitation Risk Assessment Under Climate Change Effect in Northeast Algeria. *Earth Systems and Environment*, 14 pages. <https://doi.org/10.1007/s41748-019-00136-7>

Boughalem M., Mazour M., Maachou B., 2015. Aménagement sylvo-pastoral de la suberaie de Zerdeb. Les actes du Med Suber 1 : 1ère Rencontre Méditerranéenne Chercheurs Gestionnaires-Industriels sur la Gestion des Suberaies et la Qualité du liège. Les 19 et 20 octobre 2009 – Université de Tlemcen, pp : 118-123. <http://www.rencontre-medsuber.com/>

Bouhraoua R.T., 2013. L'œuvre du reboisement de chaîne liège en Algérie entre les Contraintes écologiques et les exigences techniques. Journées techniques du liège dans la var. Forêt modèle de Provence. 2eme édition Plan tour. 46 p. <https://hal.science/hal-03530500/>

Bouhraoua R.T., Piazzetta R., Berriah A., 2014. Les reboisements en chêne-liège en Algérie, entre contraintes écologiques et exigences techniques. Forêt Méditerranéenne, 2014, XXXV (2), pp.171-176. Hal-03556579. <https://www.foret-mediterraneenne.org/fr>

Bouhraoua R.T., Villemant C., 2007. Réaction physiologique du chêne-liège (*Quercus suber* L.) à la pluviométrie : Cas de la suberaies oranaises. Annales de recherches Forestières, Algérie, 2007-13, 64-78.

Boussaidi N., Ncibi R., Hasnaoui I., Ghrabi Gammar Z., 2010. Impacts des facteurs orographiques et anthropiques sur la régénération naturelle du chêne-liège (*Quercus suber*) dans la région de Kroumirie, Tunisie. Revue d'Ecologie, Terre et Vie, 2010, 65 (3), pp.235-242. Hal-03530500. <https://hal.science/hal-03530500/>

Brosse J., Pelt J.-M., 2010. Larousse des arbres. Dictionnaire de 1600 arbres et arbustes, botanique, mythologies, histoire. Pour tout savoir sur les espèces qui peuplent nos contrées. Editions Larousse, 2010, 591 p. ISBN : 978-03-582595-7. CB : 582.1/09.

Caldeira M.C., Lecomte X., David T.S., Pinto J.G., Bugalho M.N., Werner C., 2015. Synergy of extreme drought and shrub invasion reduce ecosystem functioning and resilience in water limited climates. Scientific Reports, 5 :15110, pages 1-9. DOI: 10.1038/srep15110. www.nature.com/scientificreports/

Caritat A., Molinas M., Gutierrez E., 1996. Annual cork-ring width variability of *Quercus suber* L. in relation to temperature and precipitation (Extremadura, southwestern Spain). Forest Ecology and Management 86 (I 996), p. 113- 120. 0378-I 127/%/\$15.00 Copyright 0 1996 Elsevier Science B.V. All rights reserved. PII SO378-1 127(96)03787-5.

Chaar H., Mechergui T., Khouaja A., Abid H., 2008. Effects of treeshelters and polyethylene mulch sheets on survival and growth of cork oak (*Quercus suber* L.) seedlings planted in northwestern Tunisia. *Forest Ecology and Management* 256 (2008), p. 722–731. 0378-1127/\$ – see front matter 2008 Elsevier B.V. All rights reserved.doi: 10.1016/j.foreco.2008.05.

Chebouti Y., Mihoubi A., Maamar-Kouadri K., Mokadem M., 2020. Agréage des plants forestiers en pépinière dans la Mitidja (Algérie). INRF. Station Baraki, Alger, Algérie, DGF. Conservation des forêts de Blida, Algérie. *Revue Agrobiologia* (2020) 10(1) : 1897-1903. <http://agrobiologia.net/>

Chenoune K., 2011. Etude de la relation entre la circonférence et la hauteur ; et entre la circonférence, la hauteur et l'espace des arbres. Cas des suberaies de Souk-Ahras et de Tizi-Ouzou. Thèse de Magister en Sciences Agronomiques, ENSA, p78. <http://dspace.ensa.dz/>

Chouial M., Benamirouche S., Guechi W., 2022. Effet de l'arbre producteur et de la durée de conservation Sur le comportement germinatif des glands de chêne liège (*Quercus suber* L.). *Revue Agrobiologia* (2022) 12(2) : 3085-3094. <https://www.asjp.cerist.dz/>

Costa A., Pereira H., Oliveira A., 2001. A dendroclimatological approach to diameter growth in adult cork-oak trees under production. *Trees* (2001) 15 :438–443 DOI 10.1007/s004680100119.

Costa A., Pereira H., Oliveira A., 2002. Influence of climate on the seasonality of radial growth of cork oak during a cork production cycle. *Ann. For. Sci.* 59 (2002), p. 429–437. © NRA, EDP Sciences, 2002. DOI: 10.1051/forest :2002017

Costa A., Madeira M., Oliveira A.C., 2008. The relationship between cork oak growth patterns and soil, slope and drainage in a cork oak woodland in Southern Portugal. *Forest Ecology and Management* 255 (2008) 1525–1535. 0378-1127/\$ – see front matter # 2007 Elsevier B.V. All rights reserved. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.11.008.

Cornu P., 2003. Déprise agraire et reboisement : Le cas des Cévennes (1860-1970). Association d'histoire des sociétés rurales | « Histoire & Sociétés Rurales » 2003/2 Vol. 20 | pages 173 à 201. <https://www.cairn.info/>

DaasH., Adjami Y., Ghanem R., Viñolas A., Ouakid M. L., Tahraoui A.,2016. Inventaire des Coléoptères des subéraies du Nord-Est Algérien. Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormancılık Dergisi 2016, 17(Spécial Issue) : p. 11-17. Research article (Arastirmamakalesi). <https://dergipark.org.tr/tr>

Daoudi H., Derridj A., Hannachi L., Mévy J. P., 2018. Comparative drought responses of *Quercus suber* L. seedlings of three Algerian provenances under greenhouse conditions. Revue, d'Ecologie, Terre et Vie, 2018, 73 (1), pp.57-70. Hal-03532525. <https://hal.science/hal-03532525/>

Direction Générale Des Forêts, 2018. Evaluation du Plan National de Reboisement & Perspectives dans le cadre des changements globaux. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et de la pêche -Atelier Octobre (2018), document Power Point CFB.

Direction Générale Des Forêts, 2019. Synthèse Sur Le Plan National De Reboisement. Ministère De L'agriculture Et Du Développement Rural (2019), Document Power Point CFB.

Direction générale des forêts, 2021. Les incendies de forêts en Algérie rétrospective, mesures de riposte et perspectives. Ministère de l'agriculture et du développement rural direction générale des forêts. <https://www.cnese.dz/ Document pdf>

Dehane, B., 2019. Caracterización del crecimiento y de la calidad de corcho de los alcornoques del Noroeste de Argelia (región de Orán). Ecosistemas 28(1) : 97-105. Doi. : 10.7818/ECOS.1617

Dehane B., Bouhraoua R., Latifa B., Hamani F. Z., 2013. La filière liège algérienne, entre passé et présent. Forêt méditerranéenne t. XXXIV, n° 2, juin 2013, p.143-152. <https://www.foret-mediterraneenne.org/fr/>

Dettori S., Filigheddu M.R., Deplano G., Molgora J.E., Ruiu M., Sedda L., 2018. Employing a spatio-temporal contingency table for the analysis of cork oak cover change in the Sa Serra region of Sardinia. Sci Rep 8, 16946 (2018), p.14. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35319-1>

Dugelay A., 1962. Reboisements et cultures d'arbres en pays méditerranéens. Revue forestière française, 1962, 5, pp.361-374. 10.4267/2042/24461. Hal-03386291. <https://hal.science/hal-03386291/document>

Dumé G., Rameau J.C., Gauberville C., Mansion D., 2018. Flore forestière française - guide écologique illustré - (1) Plaines et collines · Nouvelle édition, Institut pour le Développement forestier, Centre National de la Propriété Forestière (CNPFF), 2018. <https://books.google.com/>

Dupérat M., Polese J.M., 2008. Éditions Artémis, 2008. Arbres de France, p 109.

El Alami L., El Aboudi A., El Antry S., El Mnouar A., Youssef Dallahi Y., Rabhi A., 2023. Effect of Tree Shelters and Regeneration Method on Survival and Growth of Cork Oak Plantations in the Maamora Forest, Morocco. Journal of Ecological Engineering 2023, 24(7), p. 360–374. <https://doi.org/10.12911/22998993/165784> ISSN 2299–8993, License CC-BY 4.0.

El Antry S., Piazzetta R., 2014. Les techniques de régénération du chêne-liège au Maroc. Journées techniques du liège. Forêt méditerranéenne t. XXXV, n° 2, juin 2014, p.161-170. <https://www.foret-mediterraneenne.org/fr/>

Ennajeh A., Azri W., Khaldi A., Nasr Z., Selmi H., Khouja M., 2013. Variabilité génétique du Chêne liège (*Quercus suber* L.) en Tunisie. Bilan d'un essai comparatif multisites de plantations de provenances diverses. Geo-Eco-Trop, 2013, 37, 2 : p. 191-200

FAO, 2012. L'état des ressources génétiques forestières mondiales : rapport national Algérie. Editions, 2012.

Faure C., Montagnon F., Fontvieille F., 2014. Réussir la plantation forestière- Guide technique-. Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et des forêts -France-. 3-ème Edition, Décembre 2014, p.62. <https://agriculture.gouv.fr/>

Ferreira A., Lopes F, Pereira H., 2000. Caractérisation de la croissance et de la qualité du liège dans une région de production. Annals of Forest Science, 2000, 57 (2), pp.187-193.10.1051/forest :2000169. Hal-00883313

Gil L., Varela C., 2008. Euforgen Technical Guidelines for genetic conservation of Cork oak (*Quercus suber*), Biodiversity International, Rome, Italy, 6 pages. <https://books.google.dz/>

GlèlèKakai R., Salako V. K., Lykke A. M., 2016. Techniques d'échantillonnage en étude de végétation. Annales des Sciences Agronomiques 20 - spécial Projet Undesert-UE : p. 1-13 (2016) ISSN 1659-5009. : <https://www.researchgate.net/publication/301210821>

Gueffar M., Dehane B., 2019. Caractérisation de la croissance du liège dans la suberaie de M'sila (W.Oran). *Geo-Eco-Trop.*, 2019,43,1 :137-144.<http://www.geocotrop.be>

Guettas A., Messaoudene M., 2013. Caractérisation De La Croissance De Deux Taillis De Chêne Liège (*Quercus suber* L.) De La Forêt Domaniale De Béni-Ghobri. Cas Des Cantons D'ahmil Et Tala N'rbéa (Yakourene). *Annales de la Recherche Forestière en Algérie* Volume 10, Numéro 1, Pages 35-50 2013-12-21. <https://www.asjp.cerist.dz/>

Guettas A., Illoul F., Labadi O., 2022. Évaluation de deux techniques de repeuplement d'une subéraie incendiée : cas du Canton Zraib dans la forêt domaniale des Beni Ghobri (Tizi ousou). *Ann. Rech. For. Algérie* 2022, 12(01) : p. 71-76 © Institut National de Recherche Forestière. <https://www.asjp.cerist.dz/>

Guettas A., Messaoudene M., 2013. Caractérisation de la croissance de deux tailles de chêne-liège (*Quercus suber* L.) de la forêt domaniale de Beni-Ghobri. Cas des cantons d'Ahmil et Tala N'rbea (Yakouren), p.35-50. <https://www.asjp.cerist.dz/>

Hasnaoui B., 1991. Régénération naturelle par rejets de souche et par drageonnement d'une suberaie dans le Nord-Ouest de la Tunisie. In: *Ecologia mediterranea*, tome 17,1991.pp.79-87;doi:https://www.persee.fr/doc/ecmed_0153-756_1991_num_17_1_1691, <https://doi.org/10.3406/ecmed.1991.1691>.

Hidalgo P.J., Marin J.M., Quijada J., Moreira J.M., 2008. A spatial distribution model of cork oak (*Quercus suber*) in southwestern Spain: A suitable tool for reforestation. *Forest Ecology and Management* 255 (2008), p. 25–34. 0378-1127/2007 Elsevier B.V. All rights reserved. Doi: 10.1016/j.foreco.2007.07.012

Homet P., González M., Matías L., Godoye O., Pérez-Ramosa I. M., García L. V., Gómez-Aparicio L., 2019. Exploring interactive effects of climate change and exotic

pathogens on *Quercus suber* performance: Damage caused by *Phytophthora cinnamomi* varies across contrasting scenarios of soil moisture. *Agricultural and Forest Meteorology*. Tomes 276 à 277, 15 octobre 2019, 107605. <https://www.sciencedirect.com/>

Houston Durrant T., De Rigo D., Caudullo G., 2016. *Quercus suber* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species*. Publ. Off. EU, Luxembourg, p. 163-165. <https://www.researchgate.net/INRF,2018>. Contribution de la recherche forestière dans les reboisements. Atelier sur le bilan du plan national de reboisement et perspectives Organisée par la Direction Générale des Forêts DGF.MADRP, Institut National de Recherche Forestière, 29 Octobre 2018.

Kholkhal D., 2022. Caractérisation, germination et conservation du chêne-liège (*Quercus suber* L.) en Algérie. Thèse de Doctorat en Sciences Spécialité : Foresterie. Université Abou BekrBelkaid Tlemcen, p 165. <http://dspace.univ-tlemcen.dz/>

Kim H. N., Jin H. Y., Kwak M. J., Khaine I., You H. N., Lee T. Y., Ahn T. H., Woo S. Y., 2017. Why does *Quercus suber* species decline in Mediterranean areas? *Journal of Asia-Pacific Biodiversity* Volume 10, Issue 3, 1 September 2017, Pages 337-341. <https://www.sciencedirect.com/sciencehttps://doi.org/10.1016/j.japb.2017.05.004>

Kolai L., 1988. Utilisation Du Fertil-pot Pour La Production De Plants Forestiers. *Annales de la Recherche Forestière en Algérie*. I.N.R.F Cheraga. Volume 3, Numéro 1, Pages 25-42, 1988-12-21. <https://www.asjp.cerist.dz/>

Lachibi M., Chehat F., 2015. Situation actuelle de la subéraie algérienne et possibilités de mise en valeur de la filière liège. -Les actes du Med Suber 1 : 1ère Rencontre Méditerranéenne Chercheurs-Gestionnaires-Industriels sur la Gestion des Subéraies et la Qualité du liège. Les 19 et 20 octobre 2009 – Université de Tlemcen, pp. 82-89. <http://www.rencontre-medsuber.com/>

Lamey A., 1893. Le chêne-liège : sa culture et son exploitation. Éditions Berger-Levrault., 289 pages. <https://books.google.com/>

Lecomte X., Paulo J.A., Tomé M., Veloso S., Firmino P.N., Faias S.P., Caldeira M.C., 2022. Shrub understorey clearing and drought affects water status and growth of juvenile *Quercus* subtrees. *Forest Ecology and Management*, 10 pages. 503 (2022) 119760.0378-

1127/© 2021 Elsevier B.V. All rights reserved.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119760>

Letreuch-Belarouci A., Boumediene M., Letreuch-Belarouci N., Aumasson P., 2010. Stratégie de développement et conservation des subéraies des monts de Tlemcen (Algérie). *Revue forestière française*, 2010, 62 (1), pp.25-42. 10.4267/2042/32972. Hal-03449629. <https://hal.science/hal-03449629>

Letreuch-Belarouci A.M., Letreuch-Belarouci N., Benabdeli K., Medjahi B., 2009. Impact des incendies sur la structure des peuplements de chêne-liège et sur le liège : le cas de la subéraie de Tlemcen (Algérie). *Forêt Méditerranéenne*, 2009, XXX (3), pp.231-238. Hal-03556182. <https://hal.science/hal-03556182v1>

Louni. D., 1994. Les forêts algériennes. *Forêt Méditerranéenne*, 1994, XV (1), pp.59-63. Hal-03557266. <https://hal.science/hal-03557266/>

Madoui A., 2002. Les incendies de forêt en Algérie. Historique, bilan et analyse. *Forêt Méditerranéenne*, t. XXIII, n° 1, juin 2002, p.23-30. <https://www.foret-mediterraneenne.org/fr>

Martinez Sanz F., EncisoEncinas E., 2017. Innovations en semis direct : nouvelles techniques espagnoles relatives à la restauration des paysages forestiers. 5e Semaine forestière méditerranéenne – Agadir. *Forêt méditerranéenne* t. XXXVIII, n° 3, septembre 2017. <https://www.foret-mediterraneenne.org/fr>

Mechergui T., Boussaidi N., 2018. Régénération artificielle du Chêne-liège et du Chêne-zeen : effets du paillage et des abris-serres sur l'installation et la croissance des plants. Volume 50 (1). Published February, 01, 2018, p. 3002-3014. E-ISSN 2286-5314. www.jnsciences.org

Mechergui T., Pardos M., 2018. Effects of moderate water stress and shading on survival, growth and resource allocation of two cork oak (*Quercus suber* L.) provenances. In : *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)*, tome 73, n°2, 2018. pp. 180-190 ; doi : <https://doi.org/10.3406/revec.2018.1925>. https://www.persee.fr/doc/revec_02497395_2018_num_73_2_1925

Meddah F., Zatla N., 2018. La Valorisation Des Ressources Forestières Au Niveau De La Wilaya De Saida. Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology, 50(1), p. 3002-3014.<https://eujournal.org/>

Meddour-Sahar O., Meddour R., Leone V., Derridj A., 2014. Motifs des Incendies de fore en Algérie : analyse compare des dire d'experts de la Protection Civile et des forestiers par la méthode Delphi. Volume 14 Numéro 3, 15 pages. Vertig-O la revue Electronique en sciences de l'environnement, décembre 2014. <https://doi.org/10.4000/vertigo.15462>.

Meddour-Sahar O., 2015. Wildfires in Algeria: problems and challenges, iForest 8: p. 818-826 [online 2015-03-25] URL: <http://www.sisef.it/iforest/contents/?id=ifor1279-007>

Merdas S., Mostephaoui T., Belhamara M., 2017. Reforestation in Algeria: History, current practice and future perspectives Reforesta Scientific Society 116. Algeria. REFORESTA (2017) 3 : p.116-124.<https://www.researchgate.net/>

Mesli K., Bouazza M., Godron M., Véla E., 2009. Diagnostic écologique de reboisements dans le Parc national de Tlemcen, Acta Botanica Gallica,156 :2, p.283-294, DOI : 10.1080/12538078.2009.10516158.

Messaoudene M., Ourdani K., Rouha Z., Saadi N., Dergaoui M., Rabahi M., 2011. Bilan physique des reboisements en chêne-liège dans la wilaya de Bejaia. 2eme rencontre Méditerranéenne Chercheurs-Gestionnaires-industriels "La gestion des suberaies et la qualité du liège", 25 pages, pdf.

Moreira F., Duarte I., Catry F., Acacio V., 2007. Cork extraction as a key factor determining post-fire cork oak survival in a mountain region of southern Portugal. Forest Ecology and Management 253 (2007), p. 30–37. Elsevier B. V., 2007. Doi: 10.1016/j.foreco.2007.07.00.<http://www.isa.ulisboa.pt/>

Naggar M., Lahssini S., 2017. L'aménagement forestier et les enjeux de restauration des écosystèmes forestiers au Maroc. Forêt méditerranéenne t. XXXVIII, n° 1, mars 2017, p. 49- 62. <https://www.foret-mediterraneenne.org/fr/>

Nasrallah Y., Khelifi L., 2010. Diagnostic précoce de la reprise des jeunes plants de onze provenances algériennes de chêne vert (*Quercus rotundifolia* Lam.) conséquences pour le

reboisement. Revue d'Écologie, Terre et Vie, 2010, 65 (4), pp.359-368. Hal-03530714.
<https://hal.science/hal-03530714/>

Nasr Z., Khaldi A., Khorchani A., Woo S.-Y., 2015. La mesure de flux de sève au niveau des troncs peut-il aider à mieux comprendre et détecter le dépérissement du chêne-liège ? Les actes du Med Suber 1 : 1ère Rencontre Méditerranéenne Chercheurs Gestionnaires-Industriels sur la Gestion des Subéraies et la Qualité du liège. Les 19 et 20 octobre 2009, Université de Tlemcen, pp : 46-53

Nsibi R., Souayha N., Khouia L.M., Bouzid S., 2006. La régénération naturelle par semis de la suberaie de Tabarka - Aïn Draham face aux facteurs écologiques et anthropiques. Geo-Eco-Trop, 2006, 30.1: p. 35-48

Ortigosa-Izquierdo L.M., 1990. Techniques de reboisement et croissance des masses forestières. In : Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, tome 61, fascicule 2, 1990. Montagnes espagnoles. pp. 271-28. <https://www.persee.fr/>

Otieno D.O., Kurz-Besson C., Liu J., Schmidt M.W.T., Vale-Lobo do R., David T.S., Siegwolf R., Pereira J.S., Tenhunen J.D., 2006. Seasonal variations in soil and plant water status in a *Quercus suber* L. stand: roots as determinants of tree productivity and survival in the Mediterranean-type ecosystem. Plant and Soil (2006) 283: p. 119–135/Springer 2006.DOI 10.1007/s11104-004-7539-0.

Ouadah N., Kadik L., Bendjedda N., Kaabeche M., 2016. Impact du feu sur la stratégie de régénération d'espèces végétales forestières méditerranéennes. In : Revue d'Écologie (La Terre et La Vie), tome 71, n°4, 2016. pp. 356-366 ; doi : <https://doi.org/10.3406/revec.2016.1857>.https://www.persee.fr/doc/revec_02497395_2016_num_71_4_1857

Ouldache E.H., 2021. Le barrage vert : bilan physique et perspectives Laboratoire National de recherche en Foresterie. École Nationale Supérieure Agronomique (ENSA)-Kasdi Merbah, El-Harrach, 16200 Alger, Algérie. Ann. Rech. For. Algérie 2021, 11(01) : p. 7-20. © Institut National de Recherche Forestière. <https://www.asjp.cerist.dz/>

Passarinhoa J.A.P., Lamosab P., Baetac J.P., SantosbH., Ricardob C.P.P., 2006. Annual changes in the concentration of minerals and organic compounds of *Quercus suber* leaves. Physiologia Plantarum 127: p. 100–110. 2006.

Pausas J. G., Vallejo R., 1999. The role of fire in European Mediterranean ecosystems. Centro de Estudios Ambientales del Meditemineo (CEAM), Valencia (Spain). E. Chuvieco (ed.), Remote Sensing of Large Wildfires © Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1999, p. 3-16. <https://www.uv.es/>

Pausas J.G., 1997. Resprouting of *Quercus suber* in NE Spain after fire. *Journal of Vegetation Science* 8: p. 703-706, 1997© IAVS; Opulus Press Uppsala. Printed in Sweden.

Pereira H., 2007. Cork: Biology, Production and Uses. First Edition 2007, 171 pages. ELSEVIER Copyright © 2007 Elsevier BV Tous droits réservés. ISBN :13 : 978-0-444-52967-1. <https://books.google.dz/>

Piazzetta R., Ruiu P.A., Pintus A., 2014. Méthodes de régénération du chêne-liège en Sardaigne (Italie). *Forêt Méditerranéenne*, 2014, XXXV (2), pp.109-116. Ffhal-03556663f.

Piazzetta R., Ovando G.P., 2014. Reboisements en chêne-liège en Estrémadure (Espagne). *Forêt méditerranéenne* t. XXXV, n° 2, juin 2014, p. 117-122. <https://www.foret-mediterraneenne.org/fr>

Rabhi K., Guettas A., 2022. Régénération par rejets de souche et caractérisation d'un taillis de chêne liège de la forêt de Bouhhalou (nord -est de Tizi ousou). *Ann. Rech. For. Algérie* 2022, 12(01) : p. 64-70 © Institut National de Recherche Forestiere.

Ramirez-Valiente J.A., Valladares F., Gil L., Aranda I., 2009. Population differences in juvenile survival under increasing drought are mediated by seed size in cork oak (*Quercus suber* L.). *Forest Ecology and Management* 257 (2009), p. 1676–1683. 0378-1127/\$ – see front matter 2009 Elsevier B.V. All rights reserved. Doi: 10.1016/j.foreco.2009.01.024

Ritsche J., Katzensteiner K., Acacio V., 2021. Tree regeneration patterns in cork oak landscapes of Southern Portugal: The importance of land cover type, stand characteristics and site conditions. *Forest Ecology and Management* 486 (2021) 118970, 14 pages. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.118970>.

Rouibah M., Fennineche H., Herikeche M., 2018. Contribution à l'étude de quelques facteurs causant le dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber* L.) dans le littoral ouest de Jijel (Algérie). *Agriculture and Forestry Journal*, Vol. 2, Issue 2, pp. 92-100, December,

2018, E-ISSN 2602-5795. Published by university of Tlemcen – ALGERIA.
<http://ojs.univ-tlemcen.dz/index.php/AFJ/>

Roula B., 2010. Étude de la qualité du liège de reproduction des suberaies de la région de Jijel. Thèse Magister, Gestion des Ecosystèmes Forestiers, 99 pages. Année 2010/2011.
<http://dspace.ensa.dz/>

Roula B., Messaoudene M., 2013. Étude de la qualité du liège de reproduction des subéraies nord-est d'Algérie : cas de la région de Jijel. Annales de la Recherche Forestière en Algérie Volume 10, Numéro 1, Pages 93-104 2013-12-21. <https://www.asjp.cerist.dz/>

Russel T., Koenig O., Garnaud-D'ersu V., 2013. Les guides nature Larousse. Arbres du monde (reconnaitre plus de 500 espèces d'arbres). Editions françaises, Larousse, 2013, 352 pages. ISBN : 978-2-03-587199-2. CB : 582.1/15.

Russell T., Cutler C., 2008.L'encyclopédie mondiale des arbres. Editions, Hachette Livre (Hachette pratique), paris, 2008, 256 pages. ISBN : 978-2-0123-5899-7.

Saccardy L.,1938. Le Chêne-Liège et le Liège en Algérie. In : Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale, 18^e année, bulletin n°203, juillet 1938. pp. 488-497 ;
doi : <https://doi.org/10.3406/jatba.1938.5885>

Sahnounea F., Belhamel M., Zelmat M., Kerbach R., 2013. Climate Change in Algeria: Vulnerability and Strategy of Mitigation and Adaptation. Energy Procedia 36 (2013), p. 1286 – 1294. Doi: [10.1016/j.egypro.2013.07.145](https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.07.145)

Sampaio T., Gonçalves E., Patrício M. S., Cota Tânia M., Almeida M. H., 2019. Seed origin drives differences in survival and growth traits of cork oak (*Quercus suber* L.) populations. Forest ecology and Management 448 (2019), p. 267-277.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.05.001>.

Sari D., 1979. Les tentatives de restructuration du monde rural en Algérie. In : Méditerranée, troisième série, tome 35, 1-2-1979. L'homme et son milieu naturel au Maghreb.https://www.persee.fr/doc/medit_00258296_1979_num_35_1_1898. pp.65-72.
doi:<https://doi.org/10.3406/medit.1979.1898>.

Sarir R., Benmahioul B., 2017. Etude comparative de la croissance végétative et du développement de jeunes semis de trois espèces de chênes (chêne vert, chêne liège et chêne zéen) cultivés en pépinière. Agriculture and Forestry Journal. Vol. 1, Issue 1, pp. 42-48, June, 2017. <https://journals.univ-tlemcen.dz/AFJ/index.php/AFJ/article/view/6>

Sbrescia P., 2016. Le chêne-liège face au changement climatique en Corse. Forêt méditerranéenne t. XXXVII, n° 4, décembre 2016, p. 319-326. <https://www.foret-mediterraneenne.org/fr/>

Silva J.S., Catry F., 2006. Forest fires in cork oak (*Quercus suber* L.) stands in Portugal. International Journal of Environmental Studies, Vol. 63, No. 3, June 2006, p. 235–257. DOI: 10.1080/00207230600720829. <http://www.tandf.co.uk/journals>

Slimani S., Kherchouche D., Bekdouche F., Gutiérrez E., 2021. Tree-ring reconstruction of March-June precipitation from the Atlas cedar forest of Mount Takoucht, Béjaïa (northern Algeria). Forest Systems 30 (3), e011, 12 pages (2021). eISSN : 2171-9845. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). <https://doi.org/10.5424/fs/2021303-18111>.

Souidi Z., Larbi H., 2013. Bilan d'un reboisement de chêne liège dans la région de Mascara. Laboratoire de recherches sur les Systèmes Biologiques et la Géomatique, Université de Mascara, Algérie. Journées d'Étude sur : La Réhabilitation des Subéraies Incendrées et Reboisements. TLEMEN 16– 17 Janvier 2013, 1 page. <http://www.rencontre-medsuber.com/>

Stiti B., Piazzetta R., Khaldi A., 2014. Régénération de la subéraie tunisienne : état des lieux, contraintes et avancées techniques. Journées techniques du liège. Forêt méditerranéenne t. XXXV, n° 2, juin 2014, p. 151-160.

Stiti B., Elabidi N., Romdhani A., Ali El Khorchani A., Khaldi A., 2014. Le phénomène des plants rampants : une entrave à la régénération du chêne-liège en Tunisie. Integrated Protection in Oak Forests IOBC-WPRS Bulletin Vol. 101, 2014, pp. 51-58. <https://www.researchgate.net/publication/311588700>

Taabni M., Kouti A., 1992. Stratégie de conservation, mise en œuvre et réactions du milieu et des paysans dans l'ouest algérien. IGAT Université d'Oran Es Sénia. IX Réunion

du Réseau Érosion CEGET-CIEM. Thème : l'homme et l'érosion, p. 215-229. Les 5-6 Novembre 1992 Poitiers. <https://beep.ird.fr/>

Tassin C., 2012. Paysages végétaux du domaine méditerranéen : Bassin Méditerranéen, Californie, Chili Central, Afrique Du Sud, Australie Méridionale. IRD Éditions Institut de recherche pour le développement. Marseille, 2012, p. 421. <https://horizon.documentation.ird.fr/>

Tatar H., 2011. La pérennité des forêts et les pratiques conservatoires En Algérie. Faculté des Sciences de la Terre, de la géographie et de l'Aménagement du territoire, Université Mentouri Constantine Algérie. Sciences & Technologie D – N°34, Décembre (2011), pp. 39-46. <http://revue.umc.edu.dz/i>

Tatar H., 2012. Production forestière, exploitation et valorisation en Algérie. Forêt méditerranéenne t. XXXIII, n° 4, décembre 2012, p.361-368. <https://www.foret-mediterraneenne.org/fr/>

Tauran-Jamelin V., 2002. Marketing du tourisme : 1re et 2e années. Editions Bréal, 2002 - 254 pages. <https://books.google.dz/>

USAID, 2020. Guide de reboisement et de reforestation.04 Ecorégions Madagascar. Ministère de l'environnement et du développement durable. Avril, 2020, 88 pages. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA02113Z.pdf

Varela M.C., Amandier L., 2016. Planter du chêne-liège à collet enterré. Forêt Méditerranéenne, 2016, XXXVII (2), pp.85-88. Hal-03556568. <https://hal.science/hal-03556568/document>

Varela M. C., 2013. Gestion des suberaies au Portugal - réussites et échecs des reboisements de chêne-liège au Portugal – un bilan positif. Journées d'Etude sur la Réhabilitation des Subéraies Incendiées et Reboisements - janvier 2013, Algérie, 9 pages. <https://www.researchgate.net>.

Varela M.C., Piazzetta R., 2014. Méthodes de régénération du chêne-liège au Portugal. Journées techniques du liège. Forêt méditerranéenne t. XXXV, n° 2, juin 2014, p.101-108. <https://www.foret-mediterraneenne.org/fr>

Vignes E.,1990. Sylviculture des suberaies varoises. Forêt Méditerranéenne, 1990, XII (2), pp.125-130. Hal-03555980. <https://hal.science/hal-03555980/>

Vizinho A., Príncipe A., Vasconcelos A. C., Rebelo R., Branquinho C., Penha-Lopes G., 2023. Using and Creating Microclimates for Cork Oak Adaptation to Climate Change. Land 2023, 12, 531, 15 pages. <https://doi.org/10.3390/land12030531>

Vlassev V., Dekheli R., 1973. Résultats préliminaires de reboisement par le mode simplifié. Algerian Annales of Agronomy Volume 2, Numéro 2, Pages 47-55 1973-12-01. <https://www.asjp.cerist.dz/>

Zeddani A., Meurer M., Neff Ch., 2007. Impact des activités humaines sur la végétation de la forêt des Senhadja-Gherbès, Skikda, Algérie. Bocconea 21 — 2007, p. 283-289. Palermo, September, 2007. <https://www.herbmedit.org/bocconea/21.pdf>

Zeraia L., 1988. Relation entre la croissance de l'appareil aérien de *Quercus suber* L. et le comportement de *Lymantria dispar* sp. Ann.Inst.Nat.Agro. ElHratch, Vol.12, n°spécial, 1988, p.1-26.

Zine El Abidine A., Bouderrah M., Bekkour A., Lamhamedi M. S. ; Abbas Y., 2016. Croissance et développement des plants de deux provenances de chêne-liège produits en pépinière dans des conteneurs de différentes profondeurs. Forêt méditerranéenne t. XXXVII, n° 2, juin 2016, p. 137-150. <https://www.foret-mediterraneenne.org/fr>.

ANNEXE I

Tableau n°01 : Techniques de production des plants de chêne-liège (DGF,2023)

I : RÉCOLTE, TRAITEMENT ET CONSERVATION DES GLANDS DE CHENE LIEGE			
1. L'approvisionnement de la pépinière en	2. Conditionnement des glands	3. Préparation des glands pour la conservation	4. CONSERVATION
<p>1.1. Estimation des besoins :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Identification puis classification des peuplements de porte Graines (PPG) ; -Approvisionnement régulier durant les années de bonnes <p>1.2. Technique de récolte des glands :</p> <ul style="list-style-type: none"> -La maturité s'étale du mois de novembre jusqu'à la mi-janvier ; -Caractéristiques écologiques des glands semblables (rectitude, robustesse, etc) 	<ul style="list-style-type: none"> -Étiquetage et indications les sacs ou récipients des glands (essence, provenance, site de récolte, exposition, date de récolte, etc) -Transport des lots de glands collectés vers les lieux de stockage ; -Stockage des graines dans des chambres froides thermo régulées (entre +2°C et -15°C) et hygrométrie contrôlée. 	<p>A. Nettoyage Nettoyage manuelle des glands étalés sur une bâche ;</p> <p>B.Triage par flottaison :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Chauffage puis tamisage par tri selon le poids ; -Tri par flottaison dans un bac d'eau puis <p>C. Traitement fongique Contrôle hygrométrique et utilisation de</p> <p>D. Thermo thérapie -Trempe des glands dans l'eau T°41 (3H)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Conditionnement des glands dans des récipients non hermétiques ou sous la poudre de liège incinérés, stockés à -2°C ; -Conservation à partir du mois de novembre jusqu'à semis-printemps (Avril) (plus de 6 mois) sans perdre leurs pouvoir germinatif. -Stratification dans un substrat humide (sable ou tourbe) à T° basses (durée d'un an).
Sources : (BENSAID, 1995; BENNADJA et al., 2007; BENSCHIR BOUKHARI et al., 2006; (INRF) DGF, 2015; CHOUIAL et al. ; 2022)			
II : CONDUITE DE L'ELEVAGE DU CHENE LIEGE EN			
1. Production du chêne liège sur châssis surélevés	2. Choix du substrat	3. Traitement de pré-germination	4. Le semis
<ul style="list-style-type: none"> -Utilisation conteneurs sans fond à angles inférieures à 40° (WM de RIEDACKER) ; -Volume des conteneurs de plus de 400 cm³ placés en cagettes 	<ul style="list-style-type: none"> -Choix de substrat à base de liège comme aérateur 50% mélangé avec un rétenteur d'eau comme la tourbe 50% (INRF) 	<ul style="list-style-type: none"> -Trempe des glands en eau tiède (24H) ; puis macération en eau froide ; -Stratification dans la sciure de bois humidifiée avec arrosage régulier. -Scarification des 	<ul style="list-style-type: none"> -Semis du mois de Février jusqu'à la fin du mois de Mai ; -Disposition horizontale du gland à 1,5 cm de profondeur. -Un gland par conteneur
5. Durée d'élevage	6. Arrosage	7. Critères de qualité des plants	
<ul style="list-style-type: none"> -Durée d'élevage se situe entre 6 et 12 mois 	<ul style="list-style-type: none"> -Arrosage de la culture un jour sur deux ; -Arrosage recommandé tôt le matin ou tard le soir en saison estivale. 	<ul style="list-style-type: none"> -Morphologiques : la hauteur (32 cm), le diamètre du collet, la biomasse, le système racinaire (17 cm) etc -la teneur en éléments minéraux des tissus, ... etc. 	

ANNEXE II

Tableau n°01 : Pluviométrie et températures maximales et minimales de la station météorologique de Bejaia (2000-2022)

Paramètres/ Mois	P (mm)	T (°C) M	T(°C) m	M+m/2
Janvier	116,28	16,68	7,20	11,94
Février	88,27	17,20	7,61	12,40
Mars	84,77	18,98	9,31	14,15
Avril	66,42	20,87	11,53	16,20
Mai	40,32	23,35	14,22	18,78
Juin	16,29	27,00	17,91	22,45
Juillet	7,17	30,06	21,05	25,55
Aout	10,34	30,75	21,60	26,17
Septembre	67,03	27,55	19,39	23,47
Octobre	63,09	26,06	16,33	21,20
Novembre	109,22	21,11	11,83	16,47
Décembre	109,92	18,04	8,79	13,41

Tableau n°02 : Pluviométrie et températures maximales et minimales mensuelles des stations d'études (2000-2022)

Paramètres	P (mm)			T max (°C)			T min (°C)		
	TiliouaLakhemis	Tisgouga	Tala IgrenOuzrou	TiliouaLakhemis	Tisgouga	Tala IgrenOuzrou	TiliouaLakhemis	Tisgouga	Tala IgrenOuzrou
Zone/ Mois									
Janvier	172,10	144,19	140,70	9,80	13,21	13,63	3,27	9,22	9,55
Février	130,64	106,81	106,81	10,32	13,73	14,15	3,68	9,68	10,01
Mars	125,46	105,11	102,57	12,10	15,51	15,93	5,38	11,42	11,75
Avril	98,31	82,36	80,37	13,99	17,40	17,82	7,60	13,48	13,81
Mai	59,67	50,00	48,79	16,47	19,88	20,30	10,29	16,06	16,39
Juin	24,11	20,20	19,71	20,12	23,53	23,95	13,98	19,73	20,06
Juillet	10,61	8,89	8,68	23,18	26,59	27,01	17,12	22,83	23,16
Aout	15,31	12,82	12,51	23,87	27,28	27,70	17,67	23,45	23,78
Septembre	99,37	83,12	81,11	20,67	24,08	24,50	15,46	20,75	21,08
Octobre	93,37	78,23	76,34	19,18	22,59	23,01	12,40	18,47	18,80
Novembre	161,65	135,44	132,16	14,23	17,64	18,06	7,90	13,75	14,08
Décembre	162,68	136,30	133,00	11,16	14,57	14,99	4,86	10,69	11,02
Total	1153,12	966,13	942,76	-	-	-	-	-	-

ANNEXE III

Tableau n°01 : Fiche relevée des mesures

FICHE RELEVÉ DES MESURES N° :

Date de relevé :

Station :

N° Plant	Paramètres à mesurer					Observation/ Relevé de végétation
	Hauteur totale en cm	Diamètre au collet en mm	Nombre de tige/plants	Longueur Bourgeon terminal	Nbre Rameaux/ Branches	
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						

Tableau n°03 : Bilan récapitulatif des reboisements de chêne-liège réalisés à TaourirtIghil et Toudja (CFB, 2023)

Année	Commune	Canton	Type de reboisement	Taux de réussite (%)	Observations	Contraintes rencontrées
2001	Toudja	N.M	Plantation chêne-liège	45	Détérioration des plants par les rongeurs - Arrosage insuffisant	Reboisement envahi par la végétation
2002	Toudja	N.M.	Plantation chêne-liège	40	Détérioration des plants par les rongeurs - Arrosage insuffisant	Reboisement envahi par la végétation
2004	Taourirtighil	Tisgouga	Repeuplement chêne-liège	22,33	Attaqué par le lièvre et porc épic Incendie En totalité	
2004	Toudja	N.M.	Plantation chêne-liège	4,66	Incendie en totalité	
2005	Taourirtighil	Tisgouga	Plantation chêne-liège	0	Incendie en totalité	Incendie attaque par les rongeurs
2006	Taourirtighil	Chorfa	Repeuplement chêne-liège	0	Incendie	Parcelles ravagées par les incendies en 2010
2006	Taourirtighil	Tilioua el khemis	Repeuplement chêne-liège	53	Incendie	Attaque par le lièvre et le porc épic
2010	Toudja	N.M.	Plantation chêne-liège	23%	Détérioration des plants par les rongeurs - Arrosage et gardiennage insuffisant	Echec du reboisement
2011	Adekar	Tamsaout	Plantation chêne-liège	0		Repeuplement complètement incendié en 22/08/2012
2011	Toudja	N.M.	Plantation chêne-liège	N.M.	N.M.	N.M.
2014	Adekar	Tamsaout	Repeuplement chêne-liège	N.M.	N.M.	N.M.
2014	Toudja	N.M.	Repeuplement chêne-liège	N.M.	N.M.	N.M.
2017	Toudja	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
2020	Taourirtighil	TiliouaLakhmis	Plantation chêne-liège	3	N.M.	Chantiers abandonnés
2020	Taourirtighil	Tisgouga	Plantation chêne-liège	7	N.M.	Chantiers abandonnés
2020	Toudja	Tala IgrenOuzrou	Plantation chêne-liège	30	N.M.	Regarni non réalisé Binage et arrosage non effectués
2020	Toudja	Boumansour	Plantation chêne-liège	27	N.M.	Travaux d'entretien non effectués

Tableau n°04 : Etapes de réalisation des plantations de chêne-liège Conservation des forêts Bejaia (CFB, 2023)

PHASE 1 :LA PRODUCTION ET/ OU L'ACQUISITION DES PLANTS EN PEPINIERE				
<p>=>Les plants destinés aux plantations forestières sont fournis, soit par des pépinières agréées par l'administration forestière, soit après dérogation fourni pour des pépinières non agréées mais dont les plants sont agréés par la commission de wilaya relative au contrôle phytotechnique et phytosanitaire.</p> <p>=>Procéder à l'arrosage la veille de leur enlèvement et les transporter dans des cagettes pour éviter leur dessèchement lors du voyage.</p>	<p>=>Aviser la conservation des forêts pour le transport des plants par l'entreprise contractuel quarante-huit heures au moins à l'avance de la date et l'heure de livraison des plants.</p> <p>=>Procéder aux contrôles soit, dans les locaux de l'entreprise, ou au niveau des pépinières de production et /ou des jauges sur chantier.</p> <p>=> Contrôle des plants acquis par la commission de wilaya conformément à la réglementation en vigueur.</p>	<p>=>La livraison des plants doit être accompagnée obligatoirement d'une copie des annexes 7 (PV de contrôle phytotechnique et phytosanitaire de plants forestiers) et 8 (Attestation de conformité de plants forestiers) de l'arrêté du 25 janvier 2016.</p> <p>=>Le chef de circonscription peut rejeter les plants ne répondant pas aux spécificités techniques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> *les critères liés à l'état sanitaire *les critères d'âges et de dimensions. 	<p>=>Un procès-verbal de réception des plants est établi in situ par le chef de circonscription et le chef de district territorialement compétents.</p> <p>=>Lorsqu'un litige survient sur la qualité des matériels forestiers de reproduction à l'occasion de leur réception, l'avis de la commission de Wilaya chargé du contrôle phytotechnique et phytosanitaire de plants forestiers pourra être requis par les parties.</p>	<p>=> Mettre en place une jauge pour recevoir les plants, qui doit être située dans un endroit protégé des vents, du froid et de l'ensoleillement.</p> <p>=>La durée de la mise en jauge ne doit guère dépasser les dix (10) jours, avec l'arrosage en cas de nécessité.</p>
PHASE 2 :LA PREPARATION DU TERRAIN DE PLANTATION				
<p>=>Procéder à une reconnaissance et une matérialisation des parcelles à planter, consignée dans un procès-verbal.</p> <p>=>Délimiter l'impact à planter à l'aide de bornes en pierres sèches, comme points de repères conformément au plan de situation.</p>	<p>=> Effectuer le débroussaillage et le rootage simple sur un sol friable et croisé sur un sol dur, si nécessaire, selon la nature et l'état du sol.</p>	<p>=> Procéder au traçage et piquetage en quinconce ou en ligne selon la nature du terrain et le schéma établi par la conservation des forêts.</p> <p>Le piquetage doit indiquer, à l'aide d'un piquet, l'espacement entre les potêts à ouvrir, en fonction de la densité prévue.</p>	<p>=>Prévoir la mise en place d'un réseau d'irrigation goutte à goutte et la clôture de la parcelle pour les espèces à fortes valeur économiques, selon les cas.</p>	

PHASE 3 : L'OUVERTURE DES POTETS ET LA MISE EN TERRE DES PLANTS

<p>=> Ouvertures des potets de chêne-liège aux niveaux des piquetages indiqués précédemment selon les dimensions suivantes : 0.80m X 0.80m X 0.80m => Séparation de la terre de surface et celle de profondeur de 10 cm pendant le creusement.</p>	<p>=>La densité de la plantation initiale est de 625 plants par hectare pour tous types de reboisement du chêne-liège. =>La plantation s'effectue en ligne ou en quinconce selon le schéma établi par la conservation des forêts.</p>	<p>=>La période de plantation qui consiste en la mise en terre des plants, débutera à partir du mois d'octobre et s'arrêtera au mois de février.</p>	<p>=>La mise en terre des plants de chêne-liège verticalement avec remplissage de des potets avec la terre jusqu'au niveau du collet ; =>Formation d'une cuvette de réception des eaux autour du plant de (1m) de diamètre (1m) et 20 cm de profondeur.</p>	<p>=>Procéder à la première opération d'arrosage à raison de 15 Litres par plant ; =>Suivi d'un deuxième arrosage après 30 jours de plantation (si manque de pluies).</p>
--	---	---	---	--

PHASE 4 : L'ENTRETIEN DES PLANTS ET GARDIENNAGE

<p>=> Effectuer les premiers entretiens durant les mois d'avril à Septembre période qui suit directement la plantation et comportent les activités suivantes :</p> <p>*Le binage qui consiste en un désherbage et un ameublissement du sol autour du plant en veillant à éviter le déracinement du plant.</p> <p>*La réfection des cuvettes détériorées conformément aux dimensions requises au niveau de la phase 3.</p>	<p>(Suite...)</p> <p>*Arrosage, à raison de 02 arrosages de 15 litres /par plant/mois durant les mois de juin, juillet, août et septembre. En cas de sécheresse prolongée mettant en péril les plantations.</p> <p>*Paillage qui consiste à la remise d'une couche de sol sec sur la cuvette permettant de limiter le phénomène d'évapotranspiration et par conséquent de favoriser la croissance des plants.</p>	<p>=> Effectuer les deuxièmes entretiens à partir du mois d'octobre, c'est-à-dire une année après le lancement de la plantation qui comportent les activités suivantes :</p> <p>*Le regarni qui consiste à remplacer les plants morts ou détruits permettant d'atteindre la densité minimale prévue qui est de 625plants/ha pour le chêne liège.</p>	<p>=> Etablir une analyse pour chercher les causes des échecs avant de procéder aux regarnis, lorsque le taux de reprise des plants est inférieur à 50%.</p>	
--	---	---	---	--

Tableau n°05 : Evolution des superficies incendiées (2012-2022) à Bejaia (CFB, 2023)

Année	Superficie totale brulée (ha)	Superficies brulées TaourirtIghil (ha)	Superficie chêne-liège brulées(ha)	Nombre d'incendies
2012	-	-	2774,83	-
2013	496,19	0,7	39,65	104
2014	4321,24	309,3	865,6	440
2015	544,85	25,5	90,5	70
2016	3946,665	93	865	202
2017	6027,3	613,3	2080,9	181
2018	94	2	9	24
2019	2293,1	89	10,48	136
2020	6105	1083,5	17,01	188
2021	13174,5	1893	7637,5	122
2022	2520,7	3,5	152,5	155

Tableau n°06 : Bilan des incendies 1999-2018 pour Bejaia (DGF,2018)

WILAYA	Forêt	Maquis	Broussaille	Total superficie
BEJAIA	25 888	3 510	24 383	53 781

Tableau n°07 : Superficie incendiée et reboisée dans la wilaya de Bejaia (DGF,2018)

Wilaya	Superficie incendiée	Superficie reboisée	Différence
Bejaia	53 781	5 438	-48 343
Total général	568 131	486 569	-81 562
Taux (%)	9,46	1	-

Tableau n°08 : Nombre de plants échantillonnés par parcelle pour chaque station

Station	St 01 TISGOUGA				St 02 TILIOUA LAKHMIS				St 03 TALA IGREN OUZROU			
	PA	PB	PC	PD	PA	PB	PC	PD	PA	PB	PC	PD
Plants vivants	24	30	19	29	15	16	31	15	10	14	20	17
Plants non réussis	0	4	2	1	34	28	30	35	14	12	4	9
Total parcelle	24	34	21	30	49	44	61	50	24	26	24	26

Tableau n°09 : Moyennes du diamètre au collet au niveau des trois stations (Effet parcelle)

Station	St 01 TISGOUGA				St 02 TILIOUA LAKHMIS				St 03 TALA IGREN OUZROU			
	PA	PB	PC	PD	PA	PB	PC	PD	PA	PB	PC	PD
Moy. (mm)	16,135	15,915	14,981	24,992	2,945	3,896	5,481	3,827	2,540	3,342	5,395	5,076
Dév. Std (mm)	7,732	10,995	12,166	14,337	4,577	5,849	6,480	7,639	3,223	3,421	3,453	4,551
Err.Std (mm)	1,578	1,886	2,665	2,618	0,654	0,882	0,830	1,080	0,658	0,671	0,772	0,892

Moy. : Moyenne

Dév.Std. : Déviation Standard

Err.Std. : Erreur standard

Tableau n°10 : Moyennes des tiges par plant au niveau des trois stations (Effet parcelle)

Station	St 01 TISGOUGA				St 02 TILIOUA LAKHMIS				St 03 TALA IGREN OUZROU			
Parcelle	PA	PB	PC	PD	PA	PB	PC	PD	PA	PB	PC	PD
Moy. (mm)	1,000	0,882	1,286	1,067	0,735	1,386	1,836	0,680	0,792	1,000	1,450	1,077
Dév. Std (mm)	1,216	0,327	1,286	1,067	1,604	2,335	2,590	1,301	1,285	1,166	1,191	1,093
Err.Std (mm)	0,248	0,056	0,250	0,082	0,229	0,352	0,332	0,184	0,262	0,229	0,266	0,214

Moy. : Moyenne

Dév.Std. : Déviation Standard

Err.Std. : Erreur standard

Tableau n°11 : Moyennes de branches par plant au niveau des trois stations (Effet parcelle)

Station	St 01 TISGOUGA				St 02 TILIOUA LAKHMIS				St 03 TALA IGREN OUZROU			
Parcelle	PA	PB	PC	PD	PA	PB	PC	PD	PA	PB	PC	PD
Moy. (mm)	12,625	15,647	14,714	28,833	4,061	6,068	9,426	4,920	6,333	5,192	9,750	7,654
Dév. Std (mm)	6,219	12,775	16,559	13,076	6,398	9,670	11,867	9,566	8,555	5,810	7,840	9,161
Err.St d (mm)	1,270	2,191	3,614	2,387	0,914	1,458	1,519	1,353	1,746	1,140	1,753	1,797

Tableau n°12 : Moyennes annuelles des températures maximales, minimales et les précipitations (2010-2022) pour la wilaya de Bejaia

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Moy. Ann. T M (°C)	23,58	22,83	23,92	23,61	23,83	23,17	22,61	22,96	22,76	23,00	24,84
Moy. Ann. T m (°C)	13,61	13,38	13,11	13,80	14,07	13,94	13,79	13,50	13,33	14,06	14,32
Moy. Ann. P (mm)	1373,41	917,13	729,98	509,49	679,45	821,99	807,24	737,34	637,55	605,78	367,82

Résumé

Suite à la dégradation continue de la suberaie algérienne, des programmes ambitieux ont été lancés pour sa réhabilitation et sa reconstruction. La forêt domaniale de Taourirt Ighil, tout comme les autres forêts algériennes, a bénéficié d'une politique de réhabilitation du chêne-liège sur une période de 20 ans dans le cadre du PNR. Cependant, les programmes de reboisement de cette espèce n'ont pas donné les résultats escomptés.

Dans le cadre de notre étude, nous avons entrepris de collecter des informations écologiques de manière approfondie, en suivant une stratégie d'échantillonnage appropriée. Pour établir un diagnostic précis, nous avons évalué les plantations de chêne-liège dans cette forêt en dressant un bilan physique détaillé des reboisements effectués. Cette approche nous permettra de mieux évaluer les résultats des plantations réalisées et d'obtenir une vision plus complète de la situation. Grâce à cette évaluation, nous avons constaté une variabilité significative du taux de survie et de mortalité entre différentes stations et parcelles.

L'étude a révélé que plusieurs facteurs sont responsables de l'échec des reboisements, tels que les incendies récurrents et les conditions climatiques défavorables, qui interagissent à différentes échelles. Ces résultats mettent en évidence l'importance de prendre en compte ces facteurs lors de la mise en place de programmes de reboisement et soulignent la nécessité d'adopter des approches adaptées pour faire face à ces défis environnementaux.

Mots clés : chêne liège, reboisement, forêt de Taourirt Ighil, évaluation, réhabilitation suberaie

Abstract

Following the continued degradation of the Algerian cork forest, ambitious programs have been launched for its rehabilitation and reconstruction. The Taourirt Ighil state forest, like other Algerian forests, benefited from a cork oak rehabilitation policy over a period of 20 years as part of the PNR. However, reforestation programs for this species have not yielded the expected results.

As part of our study, we set out to collect ecological information extensively, following an appropriate sampling strategy. To establish a precise diagnosis, we evaluated the cork oak plantations in this forest by drawing up a detailed physical assessment of the reforestation carried out. This approach will allow us to better evaluate the results of the plantations carried out and to obtain a more complete vision of the situation. Through this assessment, we found significant variability in survival and mortality between different stations and plots.

The study found that several factors are responsible for the failure of reforestation, such as recurring fires and unfavorable climatic conditions, which interact at different scales. These results highlight the importance of taking these factors into account when implementing reforestation programs and underline the need to adopt adapted approaches to deal with these environmental challenges.

Keywords : cork oak, reforestation, Taourirt Ighil forest, evaluation, cork oak rehabilitation

ملخص

بعد التدهور المستمر الذي تعانيه غابة الفلين الجزائرية، تم إطلاق برامج طموحة لإعادة تأهيلها وإعادة بنائها. استفادت الغابة الوطنية لتاوريرت إغيل، كغيرها من الغابات الجزائرية، من سياسة إعادة تأهيل أشجار بلوط الفلين على مدى 20 سنة في إطار المشروع الوطني للغابات. ومع ذلك، فإن برامج إعادة التشجير لهذا النوع لم تسفر عن النتائج المتوقعة كجزء من دراستنا، شرعنا في جمع المعلومات البيئية بعمق، باتباع استراتيجية مناسبة لأخذ العينات. لإجراء تشخيص دقيق، قمنا بتقييم مزارع بلوط الفلين في هذه الغابة من خلال إجراء تقييم مادي مفصل لعملية إعادة التشجير التي تم إجراؤها. سيسمح لنا هذا النهج بتقييم نتائج المزارع التي تم تنفيذها بشكل أفضل والحصول على رؤية أكثر اكتمالاً للوضع. من خلال هذا التقييم، وجدنا تبايناً كبيراً في معدلات البقاء والوفيات بين المحطات والمؤامرات المختلفة وكشفت الدراسة أن عدة عوامل مسؤولة عن فشل إعادة التشجير، مثل الحرائق المتكررة والظروف المناخية غير المواتية، والتي تتفاعل على مستويات مختلفة. تسلط هذه النتائج الضوء على أهمية أخذ هذه العوامل في الاعتبار عند تنفيذ برامج إعادة التشجير وتؤكد الحاجة إلى اعتماد أساليب مكيفة للتعامل مع هذه التحديات البيئية

الكلمات المفتاحية: بلوط الفلين، إعادة التشجير، غابة تاوريرت إغيل، التقييم، إعادة تأهيل غابة الفلين